APPENDICES NUMBER 5,7,9 HAVE BEEN OMITTED FROM THIS FICHE BECAUSE THEY ARE OF POOR REPRODUCTIVE QUALITY

LES APPENDICES NUMÉRO 5,7,9 ONT ÉTÉ OMIS DE CETTE FICHE ÉTANT DONNÉ LEUR PIÈTRE QUALITÉ DE REPRODUCTION

Environnement Canada
Direction générale des eaux intérieures
Section des relevés de qualité
Région du Québec

Environment Canada
Inland Waters Directorate
Water Quality Surveys
Quebec Region

Etude de la qualité des eaux de lacs transfrontaliers Canada (région du Québec) - Etats-Unis

André Germain, Harm Sloterdijk et Joelle Bidalle

Canada
1984

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les gens du laboratoire et des relevés de la Qualité des eaux de la région du Québec pour leur travail au projet et durant la rédaction du rapport, et spécialement mesdames Lucie Morency, Michelle Lacasse et Marie Auclair pour leur patience lors de la dactylographie de ce document.

En plus, nous remerçions Denis Labonté pour sa participation en tant que dessinateur pour certaines partie du rapport.

Nous remercions également Jean-Yves Pelletier du bureau régional de Québec et Tom Dafoe du bureau chef à Hull pour avoir accepté de faire la lecture critique de ce rapport.

AVIS AUX LECTEURS

Nous n'avons pas utilisé la notation du système international dans la préparation du présent rapport car la modification du texte et des tableaux en aurait retardé l'impression. Nous avons donc jugé de garder la notation qui avait cours.

RESUME

Ce rapport traite de la qualité des eaux de cinq des six lacs transfrontaliers échantillonnés par la Direction générale des eaux intérieures, région du Québec. Deux de ces lacs, soit Memphrémagog et Wallace, sont situés le long du 45e parallèle et partagés entre le Québec et le Vermont. Les trois autres, soit les lacs Frontières, de l'Est et Beau, font partie du bassin versant de la rivière Saint-Jean.

Pour chacun des plans d'eau, après une brève description des lieux et bassins versants, nous avons évalué la qualité de l'eau en fonction de certains critères. En général, la qualité semble être bonne, à l'exception de l'enrichissement causé par le phosphore dans quelques lacs. Une évaluation trophique de trois des lacs (Wallace, de l'Est et Beau) a été faite au moyen d'un modèle mathématique. Les résultats indiquent que le lac Wallace, où nous avons décelé des conditions d'anoxie dans l'hypolimnion, est au stade mésotrophe, le lac Beau, oligotrophe, près de mésotrophe et le lac de l'Est, oligotrophe.

Nous traitons également des résultats analytiques des quelques échantillons de sédiments et poissons prélevés dans ces lacs. Deux des lacs montrent une contamination par les métaux lourds, soit les lacs Memphrémagog et Beau. Les poissons échantillonnés étaient en général légèrement contaminés par les PCB, sauf au lac de l'Est où les concentrations étaient sous le seuil de détection.

ABSTRACT

This report discusses the water quality of five of the six transboundary lakes sampled by the Inland Waters Directorate, Quebec region. Lakes Memphremagog and Wallace are located at the 45th parallel and shared between Quebec and Vermont. Lake Frontière, de l'Est and Beau are within the St.John River drainage area.

For each of the lakes, we present a brief description of the site and watershed, followed by an evaluation of the water quality using certain criteria. The water quality is good in general, except that some lake are enriched by phosphorus. A trophic study of three lakes (Wallace, de l'Est and Beau) was carried out using a mathematical model. The results indicate that Lake Wallace, for which anoxic conditions were observed in the hypolimnion, can be classified as mesotrophic, Lake Beau as oligotrophic, near mesotrophic, and Lake de l'Est as oligotrophic.

The analytical results of a few sediment and fish samples from the lakes are also discussed. Heavy (trace) metals are present in high concentrations in Lake Memphremagog and Lake Beau. Fish samples were generally slightly contaminated by PCB's with exception of Lake de l'Est, where concentrations were below the detection limit.

TABLE DES MATIERES

	Page
Résumé	i
Abstract	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vii
Liste des annexes	viii
1- Introduction	1
2- Territoire à l'étude	3
3- Description des études	10
3.1 Réseau de qualité des eaux	11
3.2 Etude trophique	14
3.3 Substances toxiques	14
4- Paramètres étudiés et méthodes analytiques	16
4.1 Réseau de qualité des eaux	17
4.2 Etude trophique	17
4.2.1 Calcul de la cote trophique	17
4.2.2 Paramètres et méthodes	20
4.3 Substances toxiques	24
5- Résultats et discussion	26
5.1 Lac Wallace	27
5.1.1 Description du lac	27
5.1.2 Qualité de l'eau	27
5.1.3 Niveau trophique	33
5.1.4 Substances toxiques	45
5.2 Lac Memphrémagog	47
5.2.1 Description du lac	47
5.2.2 Qualité de l'eau	51
5.2.3 Substances toxiques	53

5.3 Lac Frontière 55

5.3.1 Description du lac 55
5.3.2 Qualité de l'eau 57
5.3.3 Niveau trophique 61
5.3.4 Substances toxiques 61

5.4 Lac de l'Est 63

5.4.1 Description du lac 63
5.4.2 Qualité de l'eau 66
5.4.3 Niveau trophique 68
5.4.4 Substances toxiques 72

5.5 Lac Beau 75

5.5.1 Description du lac 75
5.5.2 Qualité de l'eau 79
5.5.3 Niveau trophique 81
5.5.4 Substances toxiques 85

6- Conclusion et recommandations 88

Bibliographie 91

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1:	Dates d'échantillonnage des cinq lacs à l'étude dans le cadre du réseau de la qualité des eaux	13
Tableau 2:	Nombre de tournées d'échantillonnage effectuées pour les différents paramètres aux 5 lacs étudiés ...	18
Tableau 3:	Principes directeurs pour les différentes utilisations de l'eau	19
Tableau 4:	Relations mathématiques pour le calcul de la cote trophique, telles qu'établies par Mathieu et al., 1979	21
Tableau 5:	Classification des stades trophiques tels qu'établis par Mathieu et al. (1979)	22
Tableau 6:	Valeurs normales retrouvées dans les sédiments pour certains éléments	25
Tableau 7:	Caractérisation physique du lac Wallace et de son bassin hydrographique	28
Tableau 8:	Données statistiques combinées des stations LW-1 à 4 pour 1979, LW-5 et LWT-0.1 m pour 1982 (nombre d'échantillons, minimum, maximum et médiane)	30
Tableau 9:	Cotes trophiques calculées aux différentes dates de prélèvement et valeurs utilisées dans le calcul ..	43
Tableau 10:	Résultats analytiques des sédiments et des poissons du lac Wallace	46
Tableau 11:	Caractérisation physique du lac Memphrémagog et de son bassin hydrographique.	48
Tableau 12:	Données statistiques combinées des stations d'échantillonnage du réseau de la qualité de l'eau du lac Memphrémagog	52
Tableau 13:	Résultats des analyses de sédiments du lac Memphrémagog	54
Tableau 14:	Caractérisation physique du lac Frontière et de son bassin hydrographique	56
Tableau 15:	Données statistiques combinées (1980-1982) pour le lac Frontière	59
Tableau 16:	Résultats analytiques des sédiments du lac Frontière	62

Tableau 17: Caractérisation physique du lac de l'Est et de son bassin hydrographique 64

Tableau 18: Données statistiques pour les échantillons d'eau du lac de l'Est pour 1980, 1981 et 1982 67

Tableau 19: Cotes trophiques calculées et valeurs utilisées pour les obtenir 71

Tableau 20: Résultats analytiques des sédiments et poissons prélevés au lac de l'Est 73

Tableau 21: Caractérisation physique du lac Beau et de son bassin hydrographique 76

Tableau 22: Données statistiques pour les échantillons d'eau du lac Beau pour les années 1980, 1981 et 1982 (nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane) .. 80

Tableau 23: Cotes trophiques calculées et valeurs utilisées pour les obtenir 84

Tableau 24: Résultats analytiques des sédiments et poissons prélevés au lac Beau 86

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1:	Bassin versant de la rivière Connecticut (partie supérieure)	5
Figure 2:	Bassin versant de la rivière Saint-Jean (partie supérieure)	6
Figure 3:	Bassin versant de la rivière Saint-François	7
Figure 4:	Echelle numérique de la cote trophique, indiquant les stades trophiques	21
Figure 5:	Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac Wallace (LW-1 à 5 et LW-T)	29
Figure 6:	Profils du lac Wallace, 1981-08-21	34
Figure 7:	Profils du lac Wallace, 1982-08-05	35
Figure 8:	Profils du lac Wallace, 1982-08-24	36
Figure 9:	Profils du lac Wallace, 1982-09-08	37
Figure 10:	Profils du lac Wallace, 1982-10-12	38
Figure 11:	Profils du lac Wallace, 1982-11-09	39
Figure 12:	Profils du lac Wallace, 1982-11-16	40
Figure 13:	Localisation des stations d'échantillonnage du lac Memphrémagog, eau (LM-1, LM-2) et sédiments (S-1 à S-10)	50
Figure 14:	Bathymétrie et localisation de la station d'échantillonnage à la sortie du lac Frontière (LF-1)	58
Figure 15:	Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac de l'Est (LE-1, LE-2, LE-A et LE-B) ...	65
Figure 16:	Profils du lac de l'Est, station A (1981-08-27)	69
Figure 17:	Profils du lac de l'Est, station B (1981-08-27)	70
Figure 18:	Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac Beau (LB-1, LB-2 et LB-B)	77
Figure 19:	Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac Beau (LB-3 et LB-A)	78
Figure 20:	Profils du lac Beau, station A (1981-08-26)	82
Figure 21:	Profils du lac Beau, station B (1981-08-26)	83

LISTE DES ANNEXES

		Page
Annexe 1:	Méthodologie analytique pour l'eau	A.1
Annexe 2:	Méthodologie analytique pour les sédiments	A.8
Annexe 3:	Méthodologie analytique pour les poissons	A.12
Annexe 4:	Données statistiques pour les stations LW-1 à 5 et LWT-0.1 m pour les années 1979 et 1982	A.15
Annexe 5:	Valeurs de pH, conductivité, oxygène dissous, % de saturation en oxygène et température en fonction de la profondeur pour les sept visites au lac Wallace	A.19
Annexe 6:	Résultats des analyses faites en laboratoire pour l'étude trophique du lac Wallace	A.25
Annexe 7:	Valeurs de pH, conductivité, oxygène dissous, % de saturation en oxygène et température en fonction de la profondeur aux deux sites de prélèvement du lac de l'Est	A.32
Annexe 8:	Résultats des analyses faites en laboratoire pour l'étude trophique du lac de l'Est	A.34
Annexe 9:	Valeurs de pH, conductivité, oxygène dissous, % de saturation en oxygène et température en fonction de la profondeur aux deux sites de prélèvement du lac Beau	A.36
Annexe 10:	Résultats des analyses faites en laboratoire pour l'étude trophique du lac Beau	A.38

1- INTRODUCTION

1- INTRODUCTION

La Direction de la qualité des eaux (D.Q.E.) de la Direction générale des eaux intérieures - région du Québec (D.G.E.I. - Q.), se préoccupe depuis quelques années de la qualité des eaux transfrontalières entre le Canada et les Etats-Unis. Un réseau d'échantillonnage de l'eau fut établi en 1979 et certaines études spéciales furent aussi effectuées (Sloterdijk, 1981; Couture et al., 1982; Sloterdijk et Guay, 1982; Janson et Sloterdijk, 1982).

En 1981 et 1982, nous avons mené une étude sur l'état trophique de trois lacs transfrontaliers suivant un modèle empirique développé par Mathieu et al. (1979). Le but de cette étude était de classifier les lacs selon leur niveau trophique, soit oligotrophe, mésotrophe, ou eutrophe.

Dans ce rapport, nous présentons les résultats de cette étude pour trois lacs transfrontaliers (Wallace, de l'Est et Beau) et ceux provenant des tournées régulières d'échantillonnage. Nous avons également inclu les valeurs obtenues pour les analyses de substances toxiques effectuées sur les sédiments et ménés prélevés à ces trois lacs.

Trois autres lacs situés le long de la frontière ont été échantillonnés entre 1979 et 1982. Ce sont les lacs Memphrémagog, Champlain et Frontière. Nous traiterons de la qualité de l'eau des lacs Memphrémagog et Frontière dans ce rapport alors que le lac Champlain fera l'objet d'un rapport distinct.

2- TERRITOIRE A L'ETUDE

2- TERRITOIRE A L'ETUDE

Le territoire à l'étude pour les eaux transfrontalières de la région du Québec a été séparé en deux: une partie couvre la frontière au 45e parallèle, entre le Québec et les états de New-York et du Vermont (TF-1) et l'autre couvre le bassin de la haute rivière Saint-Jean entre le Québec et l'état du Maine (TF-2).

Dans la première partie, ou TF-1, il y a trois lacs dans lesquels la D.Q.E. a pris des échantillons et effectué des analyses: la Baie Missisquoi du lac Champlain, le lac Memphrémagog et le lac Wallace. Dans la seconde partie, ou TF-2, il y a également trois lacs dans le réseau d'échantillonnage régulier, soit les lacs Beau, de l'Est et Frontière.

Tel que nous l'avons mentionné dans l'introduction, nous traitons de l'étude trophique de 3 lacs, soit les lacs Wallace du TF-1 (figure 1), de l'Est et Beau du TF-2 (figure 2) et de la qualité des eaux des lacs Memphréma- gog du TF-1 (figure 3) et Frontière (figure 2) du TF-2. Ces deux derniers plans d'eau font partie du réseau régulier d'échantillonnage de la qualité de l'eau.

Le lac Wallace se trouve dans la tête du bassin versant de la rivière Connecticut. Le bassin hydrographique du lac est petit et le territoire est en général boisé et montagneux. Il se fait un peu d'agriculture le long de ses tributaires. Autour du lac, la villégiature est la principale forme d'occupation du territoire, tant du côté canadien qu'américain.

Figure 1

BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CONNECTICUT
(partie supérieure)
N
Stanstead
Compton
Saint-Venant-de-Hereford
Ruisseau Hall
Hereford
Lac Wallace
Lake Francis
Coos co
Compton
CANADA
ÉTATS-UNIS
Beecher Falls
Canaan
Essex co
Coos co
Essex co
Colebrook
VERMONT
NEW HAMPSHIRE
Connecticut River
ÉCHELLE
5 0 5 10
Km Km
LOCALISATION DU BASSIN DE LA RIVIÈRE CONNECTICUT
QUÉBEC
NOUVEAU-BRUNSWICK
N.E.
ÉTATS-UNIS
ÉCHELLE
100 0 100 200 300
Km

FIGURE 2

BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE ST-JEAN
(partie supérieure)

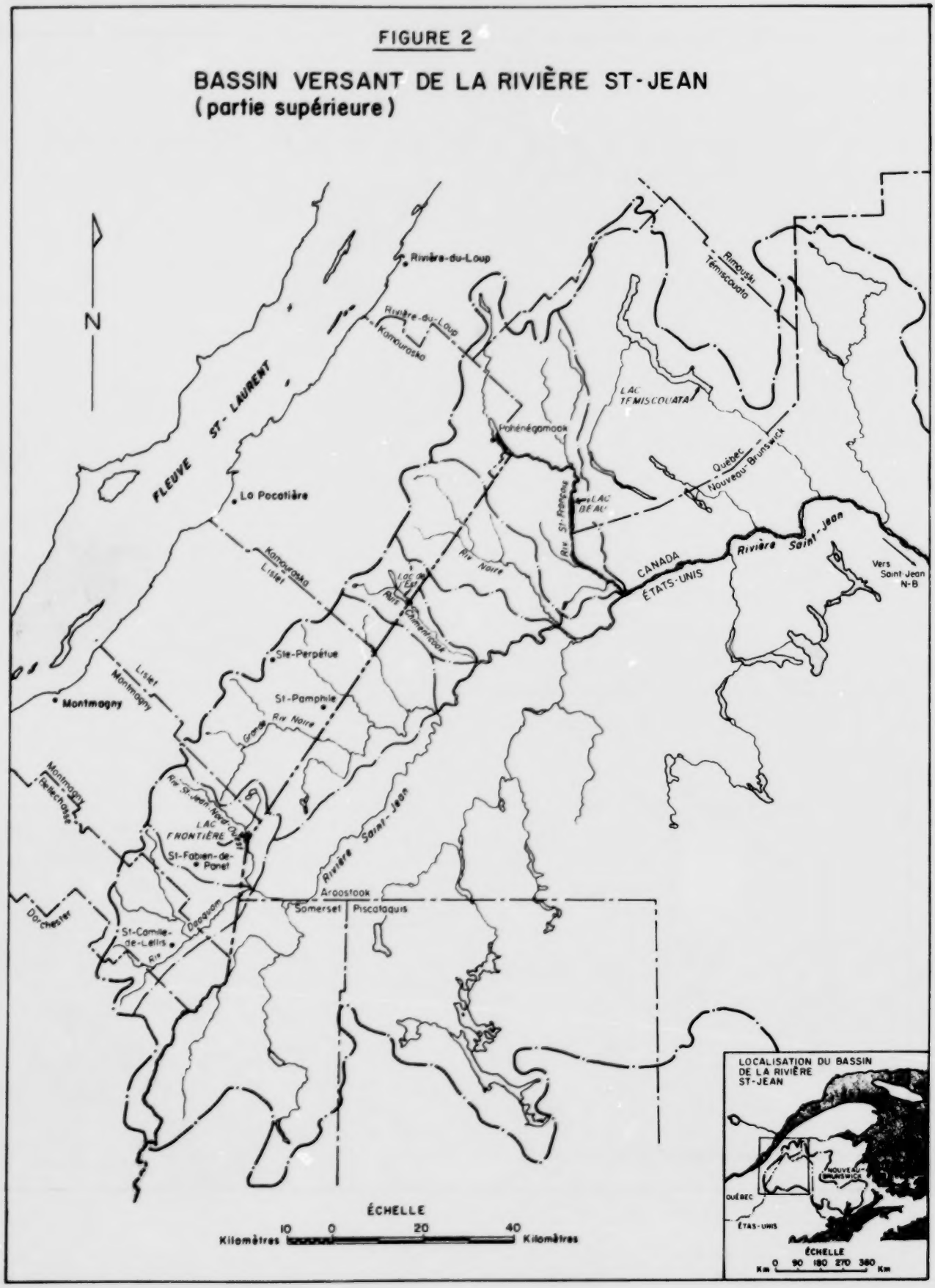
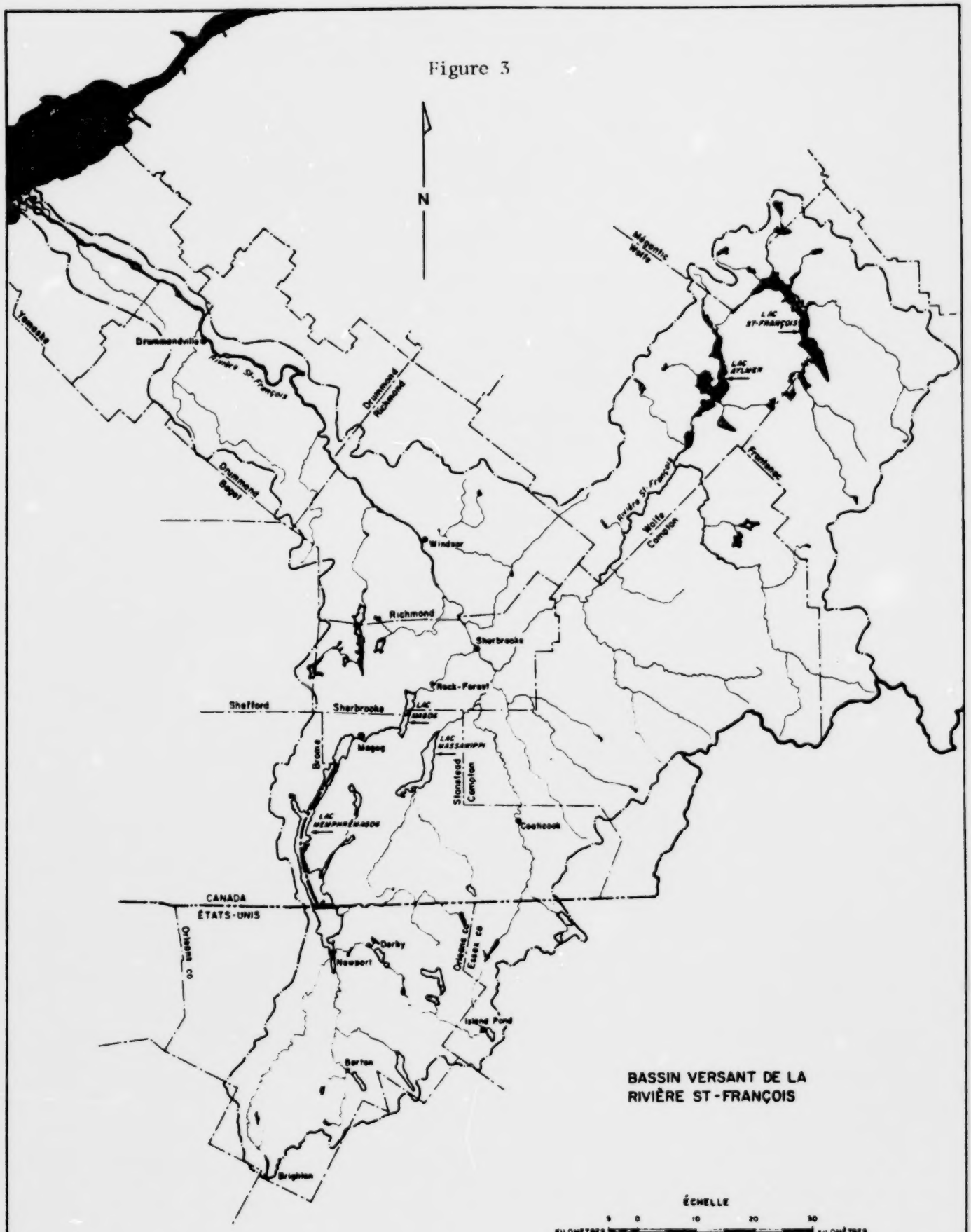


Figure 3


N
Drummondville
Rivière St-François
Drummond
Richmond
Drummond
Bagot
Windsor
Richmond
Sherbrooke
Rock-Forest
Shefford
Sherbrooke
Magog
Brome
Stanstead
Compton
Coaticook
CANADA
ÉTATS-UNIS
Orleans Co
Derby
Newport
Essex Co
Island Pond
Barton
Brighton
Wolfe
Compton
Frontenac
Rivière St-François
LAC ST-FRANÇOIS
LAC AYLMER
LAC MEMPHRÉMAGOG
LAC MASSAWIPPI
LAC MEMPHRÉMAGOG
BASSIN VERSANT DE LA
RIVIÈRE ST-FRANÇOIS
ÉCHELLE
KILOMETRES
KILOMÈTRES

Le lac Memphrémagog fait partie du bassin versant de la rivière Saint-François. Le territoire drainé par le lac couvre 1,765 kilomètres carrés. Seulement 29 % de cette superficie se retrouve du côté canadien, contrairement au lac qui se retrouve à 76.5 % en territoire canadien (Bernier, 1981). La population est majoritairement urbaine des deux côtés de la frontière et l'industrie manufacturière (textile, papier, industrie forestière) fournit du travail aux deux tiers de la population active. L'utilisation agricole du territoire a diminué depuis les vingt dernières années. De nos jours, l'industrie touristique représente une forme importante d'activité qui se produit dans le bassin du lac Memphrémagog.

Les trois lacs du TF-2 se trouvent dans la partie supérieure du bassin de la rivière Saint-Jean, où il y a eu des arrosages d'insecticides (tels que le fénitrothion et le matacil) pour combattre la tordeuse de bourgeons d'épinette.

Le lac Frontière fait partie du sous-bassin de la rivière Saint-Jean nord-ouest. Le territoire qu'il draine couvre 405 kilomètres carrés, majoritairement au Canada. L'industrie forestière représente la principale forme d'activité qui se déroule dans l'ensemble du bassin. Un peu d'agriculture se fait à l'intérieur du territoire. La production laitière et l'élevage de bovins, de porcs et de moutons, sont les principales activités agricoles.

Le bassin hydrographique du lac de l'Est est petit, montagneux et boisé. L'exploitation forestière et la chasse sont les seules

activités que l'on y retrouve. Le lac est composé de deux bassins, dû à un rétrécissement en son milieu où la largeur n'atteint qu'une quarantaine de mètres. A cet endroit, le fond du lac remonte et la profondeur n'atteint qu'une dizaine de mètres.

Le lac fait partie de la zone d'exploitation contrôlée Chapais (ZEC). Il est donc principalement utilisé pour la pêche sportive. A cette fin un camping a été aménagé à son extrémité nord-ouest et une plage permet la baignade. Egalement, quelques maisons sont situées près du camping. Le pourtour du reste du lac est inoccupé et inexploité.

Le bassin hydrographique du lac Beau, plus grand et plus développé que celui du lac de l'Est, est également montagneux et boisé. L'industrie forestière est active des deux côtés de la frontière. L'agriculture se retrouve uniquement du côté canadien, le long de la rivière Saint-François et de ses tributaires. Cette rivière qui se jette dans le lac Beau, est gravement polluée par les égouts domestiques des quelques villages établis le long de son parcours (Sloterdijk, 1981). Le lac est de forme allongée et son pourtour est peu exploité. Nous y retrouvons quelques résidences permanentes et secondaires. La principale activité qui s'y pratique est la pêche sportive.

3- DESCRIPTION DES ETUDES

3- DESCRIPTION DES ETUDES

3.1 Réseau de qualité des eaux

Comme il a été mentionné précédemment, la D.Q.E. a entrepris l'étude de la qualité des eaux transfrontalières en 1979. Cette année-là, nous avons uniquement échantillonné le territoire TF-1. En 1980, nous avons augmenté la couverture de la région frontalière Canada - Etats-Unis en incluant le territoire TF-2. Dans les deux régions, nous avons recueilli des échantillons à différentes périodes de l'année.

Les échantillons ont été prélevés à la main au moyen de contenants préalablement nettoyés. Les préservatifs chimiques, lorsque requis, étaient ajoutés à l'avance. Les échantillons étaient ensuite entreposés à $4^{o}C$ jusqu'au moment de l'analyse (Environnement Canada, 1982).

Le lac Wallace a été échantillonné à 4 endroits en 1979, soit aux stations LW-1, 2, 3 et 4 (figure 5). En 1982, l'échantillonnage fut repris à l'émissaire, à la station identifiée LW-5. Pour l'interprétation de la qualité de l'eau, nous nous servons également des résultats provenant de l'étude trophique.

Le lac Memphrémagog a été échantillonné à deux sites en 1979, le long de la frontière Canada - Etats-Unis. En 1980 et 1981, aucun échantillon n'y a été recueilli. En 1982, nous avons recueilli de nouveau des échantillons aux deux mêmes endroits qu'en 1979.

En 1980, les lacs Frontière, de l'Est et Beau, ont été échantillonnés à un, deux et trois endroits respectivement. Les stations ont été identifiées LF-1 (figure 14), LE-1, LE-2 (figure 15), LB-1, LB-2 et LB-3 (figures 18 et 19). En 1981 et 1982, les lacs de l'Est et Beau ont été échantillonnés uniquement aux stations LE-1 et LB-1.

Le tableau 1 nous indique les dates d'échantillonnage des 5 lacs pour 1979, 1980, 1981 et 1982.

TABLEAU 1

Dates d'échantillonnage des 5 lacs à l'étude
dans le cadre du réseau de la qualité des eaux

Années	1979	1980	1981	1982	1982
Stations	LW-1 à 4	LB-1 à 3	LB-1	LW-5	LB-1
	(LM-1, 2)	LE-1, 2	LE-1	LM-1, 2	LE-1
		LF-1	LF-1		LF-1
Mois			Dates		
Janvier					
Février					
Mars					
Avril			28		
Mai	3(4)	21		4	11
Juin	11				
Juillet	10	8	20	27	
Août	13	19			3
Septembre		16			
Octobre	16	7	21	12	20
Novembre					
Décembre					

3.2 Etude trophique

En août 1981, la D.Q.E. a effectué une étude spéciale afin d'établir le niveau trophique de trois des plans d'eau. Différents profils ont été effectués au centre bathymétrique du lac Wallace. Les lacs de l'Est et Beau ont été divisés en deux bassins et les mesures ont été déterminées dans chacun des bassins. Suite aux conditions d'anoxie décelées au lac Wallace, l'étude y fut reprise en 1982. Six échantillonnages ont eu lieu aux dates suivantes: 5 et 24 août, 8 septembre, 12 octobre, 9 et 16 novembre. Ceci nous a permis d'observer les variations thermiques et chimiques du lac au cours d'une saison.

En plus des paramètres mesurés sur les lieux, des échantillons d'eau ont été prélevés à différentes profondeurs pour analyses ultérieures en laboratoire. Les échantillons de surface (0.1 mètre) ont été cueillis manuellement alors que ceux pris en profondeur l'ont été avec un échantillonneur Van Dorn. Ils ont été préservés selon les méthodes standards d'Environnement Canada (1982).

3.3 Substances toxiques

En plus des échantillons d'eau recueillis dans le cadre du réseau de qualité et des études trophiques, la D.Q.E. a fait le prélèvement en 1979 et 1980, de sédiments et de ménés dans ces lacs. Ils ont servi à déterminer la présence de substances toxiques (métaux, PCB/OC).

Les sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne Ekman (15 cm X 15 cm). Pour chacune des stations, trois prises de sédiments étaient effectuées et homogénéisées pour former un seul échantillon. Par la suite, une fraction était congelée dans un bocal de plastique pour l'analyse de paramètres inorganiques et une autre dans un contenant métallique pour la détermination des produits organiques.

Des ménés ont été prélevés à l'aide d'une petite seine à ménés et conservés dans des pots Mason (marque de commerce). En laboratoire, ils ont été homogénéisés au moyen d'un broyeur à viande puis fractionnés et congelés pour analyses chimiques ultérieures.

4- PARAMETRES ETUDIES ET METHODES ANALYTIQUES

4- PARAMETRES ETUDIES ET METHODES ANALYTIQUES

4.1 Réseau de qualité de l'eau

Lors des cueillettes d'échantillons d'eau, les mesures suivantes étaient prises sur place: le pH, la température et la conductivité. Le tableau 2 nous indique les paramètres analysés en laboratoire et la fréquence de leur prélèvement (tournées d'échantillonnage) pour les différentes stations. Pour faire l'évaluation de la qualité de l'eau, nous nous sommes basés sur les principes directeurs pour différentes utilisations, tel que rapporté par Mc Neely et al. (1980). Ces principes directeurs sont illustrés au tableau 3.

Les méthodes analytiques utilisées sont celles d'Environnement Canada (1979) et une brève description est donnée à l'annexe 1.

4.2 Etude trophique

4.2.1 Calcul de la cote trophique

L'évaluation du stade trophique des lacs a été faite en utilisant une méthode numérique développée par des scientifiques du ministère des Richesses naturelles du Québec (Mathieu et al., 1979). Elle consiste essentiellement en un calcul de cote trophique utilisant les relations empiriques présentées au tableau 4. Ces relations proviennent de traitements mathématiques et statistiques effectués sur des données cueillies pour une gamme de lacs québécois. Elles exigent que l'échantillonnage

TABLEAU 2

Nombre de tournées d'échantillonnage effectuées
pour les différents paramètres aux 5 lacs étudiés

Années	1979	1979	1980	1981	1982	1982	1982
Stations / Paramètres	LW-1 à 4	LM-1 LM-2	LB-1, 2, 3 LE-1 et 2	LB-1 LE-1	LW-5	LM-1 LM-2	LB-1 LE-1
pH	5	1	5	2	3	3	3
Conductivité	5	1	5	2	3	3	3
Turbidité	5	1	5	3	3	3	3
Couleur	5	1	5	3	3	3	3
SS fixes	2	1	5	3	3	3	3
SS totaux	2	1	5	3	3	3	3
Alc. totale	5	1	5	3	3	3	3
Dur. totale	5	1	5	3	3	3	3
NO_2-NO_3	5	1	5	3	3	3	3
TKN	5	1	5	3	3	3	3
NH_3	1	-	-	2	1	-	1
P. total	5	1	5	3	3	3	3
COT	-	-	1	1	1	-	1
Coli. totaux	2	1	1	-	-	-	-
Coli. fécaux	2	1	1	-	-	-	-
Strept. fécaux	2	1	1	-	-	-	-
Ca diss.	-	-	2	3	3	3	3
Mg diss.	-	-	2	3	3	3	3
Na diss.	-	-	2	3	3	3	3
K diss.	-	-	2	3	3	3	3
Cl^- diss.	-	-	2	3	3	3	2
$SO_4^=$ diss.	-	-	2	3	3	3	2
Cd total	2	-	-	1	3	-	3
Cu total	2	-	-	1	3	-	3
Fe total	2	-	-	1	3	-	3
Hg total	4	-	2	1	-	-	1
Mn total	2	-	-	1	3	-	3
Ni total	2	-	-	1	3	-	3
Pb total	2	-	-	1	3	-	3
Zn total	2	-	-	1	3	-	3

TABLEAU 3

Principes directeurs pour différentes utilisations de l'eau

(Tirés de Mc Neely et al., 1980)

Utilisations		Consommation domestique		Bétail	Vie aquatique		Loisirs
Paramètres	Unités	Limites maximales acceptées	Objectifs	Principes directeurs	Protection	Danger minimal	Principes directeurs
pH		6.5 - 8.5			6.5 - 9		6 - 9
Turbidité	U.J.	5	1				50
Couleur	Pt-Co	15	15				100
SS. totaux	mg/l				25		
Alc. totale	mg/l	30 - 500			>20		
Dureté totale	mg/l	120	120				
NO_2-NO_3	mg/l N	10	0.001	20			
NH_3	mg/l N	0.5	0.01		0.02	0.01	
P total	mg/l P	0.100			0.025		
Coli. totaux	n/dl	10	N.D.				500
Coli. fécaux	n/dl	N.D.	N.D.				100
Strept. fécaux	n/dl		1				
Ca	mg/l	200	75	1000			
Mg	mg/l	150	50				
Na	mg/l	270					
Cl^-	mg/l	250	250				
$SO_4^=$	mg/l	500	150	1000			
Cd	mg/l	0.005	0.001	0.010	0.2		0.01
Cu	mg/l	1	1	0.5	0.005	0.01	
Fe	mg/l	0.3	0.05		0.3	0.05	
Hg	µg/l	1	0.2	3	0.1		1
Mn	mg/l	0.05	0.01			0.02	
Ni	mg/l				0.025	0.002	
Pb	mg/l	0.05	0.001	0.05	0.03	0.01	
Zn	mg/l	5	5	25	0.03	0.02	

Remarque: Les valeurs fournies représentent les valeurs maximales sauf lorsqu'il y a deux chiffres qui représentent le minimum et le maximum.

soit fait en août, durant la période de stratification maximale et à l'endroit le plus profond du lac (centre bathymétrique). Parmi les quatre relations mathématiques développées, nous avons utilisé la quatrième car son approche est plus complète que les trois autres. Le résultat obtenu avec ce calcul représente la cote trophique et se situe entre 0 et 10, où 10 indique le stade eutrophe extrême (figure 4). Nous avons également considéré certaines valeurs établies par Mathieu et al. (1979) et illustrées au tableau 5 pour confirmer les niveaux trophiques.

4.2.2 Paramètres et méthodes

Oxygène dissous, température, pH, conductivité:

Ces mesures ont été prises sur le terrain avec un analyseur d'eau portatif de marque "Hydrolab" en 1981 et à l'aide d'un instrument semblable, de marque "Mark IV", en 1982. Les lectures ont été notées à différentes profondeurs en descendant la sonde de mesure. Les valeurs obtenues ont été vérifiées en reprenant les mesures lorsque la sonde était remontée.

Il n'y a pas eu de correction pour la pression atmosphérique ou l'altitude dans le calcul de pourcentage de saturation en oxygène. Celui-ci fut déterminé selon un tableau publié par Schwoerbel (1970).

En ce qui concerne la conductivité, les résultats obtenus ont été corrigés pour 25^{o}C de la façon décrite dans le manuel de méthodes d'Environnement Canada (1979).

TABLEAU 4

Relations mathématiques pour le calcul de la cote trophique telles qu'établies par Mathieu et al. (1979)

CT_1	=	10.037	-	0.046 OD	-	1.183 TR		
CT_2	=	7.786	-	0.041 OD	-	0.847 TR	+	0.009 PS
CT_3	=	7.643	-	0.721 TR	-	0.174 PM	+	0.011 PS
CT_4	=	7.952	-	0.024 OD	-	0.703 TR	-	0.017 PM + 0.010 PS

CT: Cote trophique

OD: % Saturation en oxygène à 1 m au-dessus du fond

TR: Transparence avec disque de Secchi (en m)

PS: Poids sec de seston (en mg/m^3)

PM: Profondeur moyenne (en mètre)

FIGURE 4

Echelle numérique de la cote trophique, indiquant les stades trophiques, selon Mathieu et al. (1979)

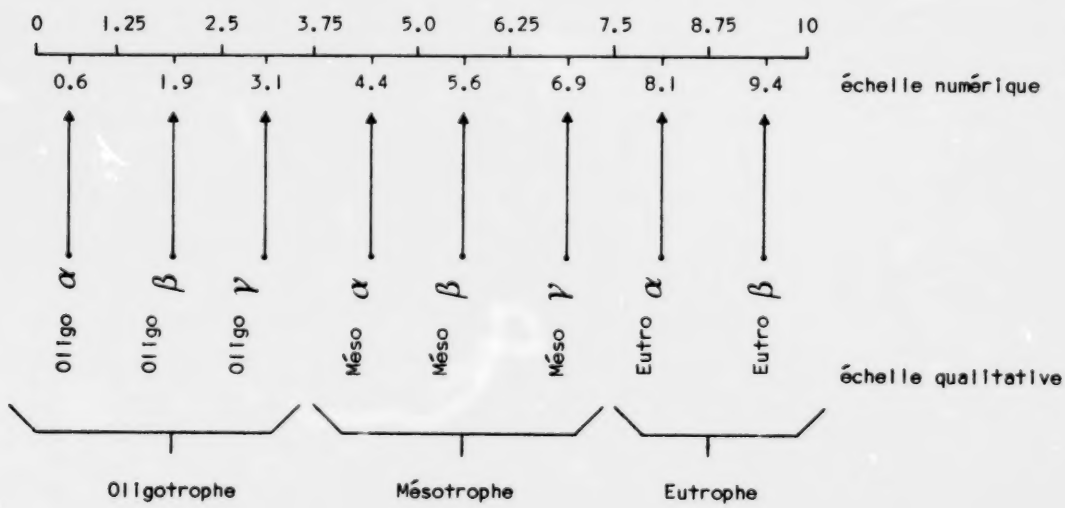


TABLEAU 5

Classification des stades trophiques

telle qu'établie par Mathieu et al. (1979)

Paramètres	Stade oligotrophe	Stade mésotrophe	Stade eutrophe
Chlorophylle "a" (été)	< 5 mg/m^3	5-15 mg/m^3	> 15 mg/m^3
Biomasse planctonique (poids sec de seston, été)	< 50 mg/m^3	50-250 mg/m^3	> 250 mg/m^3
Transparence (été)	> 4 mètres	4-1 mètres	< 1 mètre
Pourcentage de saturation en oxygène dissous en profondeur (été)	> 70%	70-20%	< 20%
Conductivité (été)	< 50 μmhos/cm	50-100 μmhos/cm	> 100 μmhos/cm
Phosphore total (printemps)	< 0.010 mg/l de P	0.010-0.030 mg/l de P	> 0.030 mg/l de P
Azote Kjeldahl (été)	< 0.15 mg/l de N	0.15-0.30 mg/l de N	> 0.30 mg/l de N
Profondeur moyenne du lac	> 15 mètres	15-5 mètres	< 5 mètres

Transparence:

La transparence de l'eau des lacs (en mètres) fut déterminée à l'aide d'un disque de Secchi de 20 cm de diamètre. Pour standardiser les mesures, nous avons fait nos observations en période ensoleillée, entre 10 et 14 heures. Pour éviter la mauvaise visibilité causée par les reflets à la surface de l'eau, nous avons effectué les lectures le dos tourné vers le soleil.

Poids sec de seston:

Le seston fut prélevé à l'aide d'un filet à plancton de type "Wisconsin" de 12 cm de diamètre et de 80μ d'écartement entre les mailles. Une colonne d'eau de 8.8 m fut échantillonnée 5 fois, ce qui représente un volume filtré de 500 litres. L'échantillon fut fixé avec environ 10% de formol. Au laboratoire, le seston était retenu sur un préfiltre Millipore de type A25. Après séchage de 24 heures à 52^{o}C, le poids de seston obtenu était déterminé et rapporté en mg/m^{3}.

Profondeur moyenne:

En planimétrant le pourtour et les différentes isobathes des lacs, il a été possible d'en déterminer la surface et le volume. La profondeur moyenne d'un lac fut calculée en divisant son volume d'eau par sa superficie.

Les cartes utilisées pour ce travail ont été préparées par le Service des eaux de surface du ministère de l'Environnement du Québec, anciennement du ministère des Richesses naturelles.

En ce qui concerne les autres paramètres analysés en laboratoire, les méthodes analytiques utilisées sont celles d'Environnement Canada et sont décrites à l'annexe 1.

4.3 Substances toxiques

La D.Q.E. a fait l'analyse des paramètres suivants dans les sédiments: la granulométrie, les métaux lourds, le mercure, l'azote total, le carbone (total et organique) et les PCB/OC. La granulométrie, l'azote et le carbone total ne sont pas des substances toxiques mais aident à l'interprétation des résultats. Dans le tableau 6, nous rapportons des concentrations naturelles pour certains métaux dans les sédiments. La description des méthodes analytiques se trouve à l'annexe 2.

En ce qui concerne les poissons, ou ménés, les métaux lourds et les PCB/OC ont été analysés. La description analytique est à l'annexe 3.

TABLEAU 6

Valeurs normales retrouvées dans les sédiments pour certains éléments

Elément	Valeur naturelle (X) (mg/kg)
cadmium	0.2
cuivre	55
mercure	80
plomb	12.5
zinc	70

(Sloterdijk et Azzaria, 1979)

5- RESULTATS ET DISCUSSIONS

5- RESULTATS ET DISCUSSIONS

5.1 Lac Wallace

5.1.1 Description du lac (tableau 7):

Tel que nous l'avons mentionné à la section 2, le lac Wallace est petit, peu profond et se trouve à la tête du bassin versant de la rivière Connec- ticut. Son bassin hydrographique n'est que de 75.6 km carrés. Ses quelques tributaires coulent dans des vallées où se retrouvent quelques fermes d'élevage. Les zones de pâturages se rendent souvent jusqu'au bord des cours d'eau. L'éxutoire principal du lac Wallace se jette dans le ruisseau Leach, à quelques kilomètres en aval du lac. Les activités de villégiature autour du lac et l'agriculture le long de ses tributaires peuvent contribuer à l'eutrophisation de ce plan d'eau.

La figure 5 localise les points de prélèvement d'eau pour le réseau de qualité (LW-1 à LW-5) et pour l'étude trophique (LWT). Nous y retrouvons également les courbes bathymétriques du lac.

5.1.2 Qualité de l'eau en général

Le tableau 8 illustre les données statistiques combinées pour les stations échantillonnées en 1979 (LW-1 à LW-4) et celles échantillonnées en 1982 (LW-5 et LWT - 0.1 m). En annexe 5 sont fournies les statistiques pour chacune des stations. Nous avons comparé les valeurs

TABLEAU 7

Caractérisation physique du lac Wallace

et de son bassin hydrographique

Nom du lac:	Wallace	Canton:	Hereford
Comté:	Compton	Latitude:	45° 01' 00" N
Bassin hydrographique:	Rivière Connecticut	Longitude:	71° 35' 02" O

LAC

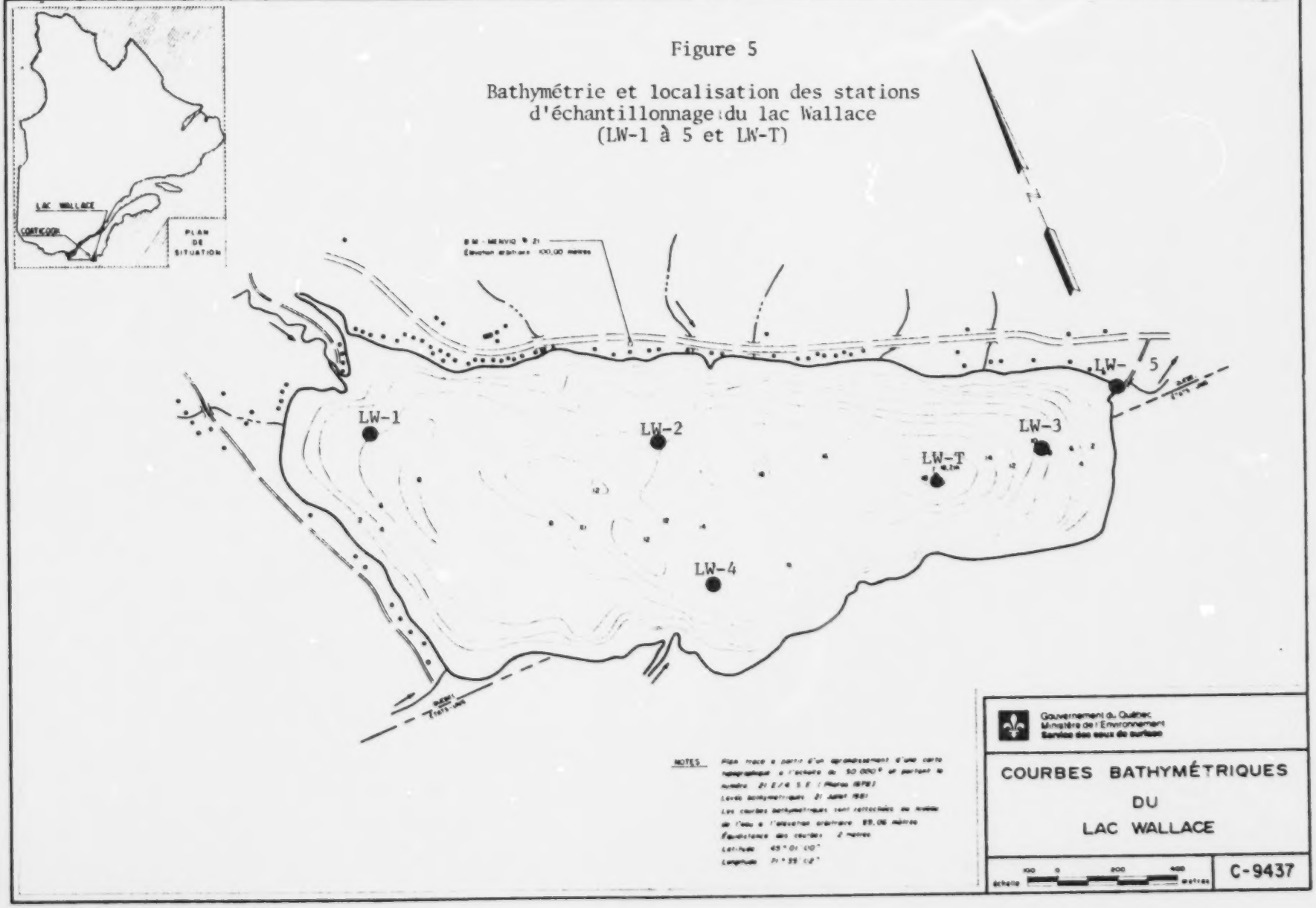
Altitude:	396 m	Rapport d'allongement:	2.4
Superficie:	2.0 km^2	Rapport périmètre/surface:	4.5
Périmètre:	8.9 km	Volume :	16.0×10^6 m^3
Longueur maximale:	2.6 km	Profondeur maximale:	18.2 m
Largeur maximale:	1.1 km	Profondeur moyenne:	7.9 m

BASSIN

Superficie:	75.6 km^2	Nombre de lacs:	0
Nombre d'affluents:	2	Fréquence des lacs: (n/km^2)	-

Figure 5

Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac Wallace (LW-1 à 5 et LW-T)



Dépôt légal, 1er trimestre 1982, Bibliothèque nationale du Québec

TABLEAU 8

Données statistiques combinées des stations LW-1 à LW-4 pour 1979, LW-5 et LWT-0.1 m pour 1982 (nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane)

Stations:		Combiné 1979				Combiné 1982			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		20	6.7	7.2	7.0	9	6.2	7.9	6.8
Conduct.	µS/cm	20	41	56	45	8	51	64	54
Turbidité	U.J.	20	0.3	2.8	0.7	9	0.8	3.2	1.3
Couleur	Pt-Co	20	10	25	15	9	12	59	34
SS fixes	mg/l	20	<1	<1	<1	8	<1	2	<1
SS totaux	mg/l	20	1	2	1.25	8	<1	3	2
Alc. tot.	mg/l	20	8.0	16.2	11.8	8	9.5	16.8	15.4
Dur. tot.	mg/l	20	18.0	26.4	20.1	8	16.9	25.1	20.0
NO_2-NO_3	mg/l N	17	<0.01	<0.04	<0.01	9	0.05	0.26	0.07
TKN	mg/l N	19	0.16	1.25	0.33	9	0.01	0.44	0.23
NH_3	mg/l N	-	-	-	-	1	0.04	0.04	0.04
P total	µg/l P	20	<5	68	10	8	15	29	24
TOC	mg/l	-	-	-	-	1	9.8	9.8	9.8
Coli. tot.	n/dl	8	<10	30	10	-	-	-	-
Coli. féc.	n/dl	8	<10	<10	<10	-	-	-	-
Stre. féc.	n/dl	8	<10	<10	<10	-	-	-	-
Ca dissous	mg/l	-	-	-	-	9	5.27	7.20	6.61
Mg dissous	mg/l	-	-	-	-	9	0.50	0.79	0.74
Na dissous	mg/l	-	-	-	-	9	1.1	1.82	1.55
K dissous	mg/l	-	-	-	-	9	0.65	1.03	0.8
Cl^- dissous	mg/l	-	-	-	-	9	1.7	2.50	2.01
$SO_4^=$ dissous	mg/l	-	-	-	-	9	4.7	6.0	5.3
Cd total	µg/l	6	<1	<1	<1	-	-	-	-
Cu total	µg/l	6	<1	1	1	-	-	-	-
Fe total	µg/l	8	26	90	62	-	-	-	-
Hg total	µg/l	16	<0.01	0.02	<0.01	1	<0.01	<0.01	<0.01
Mn total	µg/l	8	22	75	45	-	-	-	-
Ni total	µg/l	8	<1	1	<1	-	-	-	-
Pb total	µg/l	6	<1	<1	<1	-	-	-	-
Zn total	µg/l	6	2	20	12	-	-	-	-

obtenues aux différents sites de prélèvements en 1979 et 1982. Nous estimons qu'il n'y a pas de différences significatives entre les sites ou entre les années.

L'eau du lac Wallace est peu minéralisée, avec des valeurs de conductivité variant entre 41 et 64 μ s/cm. C'est une eau très douce et peu alcaline (20 et 15 mg/l de $CaCO_3$ respectivement). Les ions majeurs reflètent la géochimie de la région, soit de la schiste sans présence de roc calcaire (Anonyme, 1967).

Les concentrations en matières nutritives varient dans le temps, mais nous n'avons pas suffisamment de données pour établir un patron. En ce qui concerne l'azote, les niveaux déterminés sont faibles et les variations peu importantes. Les valeurs retrouvées pour le phosphore total varient de moins de 5 μ g/l à 68 μ g/l. Les valeurs médianes sont de 10 et 24 μ g/l en 1979 et 1982 respectivement. Bien qu'elles sont en deçà de la concentration maximale souhaitable de 25 μ g/l pour les lacs et réservoirs (Mc Neely et al., 1980), nous avons des résultats individuels dépassant de beaucoup ce niveau souhaitable. Considérant que des valeurs supérieures à 10 μ g/l représentent une contamination anthropogénique (Mc Neely et al., 1980), nous pouvons dire que le lac subit l'influence des activités humaines. Mathieu et al. (1979) considèrent que des concentrations plus grandes que 30 μ g/l en phosphore indiquent le stade eutrophe.

Le lac Wallace nous présente de telles valeurs au printemps lorsque la production primaire n'est pas encore commencée et qu'il y a eu regénération des substances nutritives dans le milieu. Il faut noter que

c'est généralement au printemps que l'on retrouve les valeurs les plus élevées en phosphore dans les systèmes lacustres.

En ce qui concerne les métaux lourds (ou traces), les niveaux retrouvés sont généralement faibles. Quant au manganèse, on le retrouve à des valeurs variant de 22 à 75μ g/l. Bien qu'elles dépas- sent le principe directeur de 20μ g/l comme limite de danger minimal pour la protection de la vie aquatique et 50μ g/l, limite maximale pour la consommation domestique (Mc Neely et al., 1980), des tests de toxicité à des concentrations supérieures à 1.5 mg/l se sont avérés négatifs (EPA, 1976). L'évaluation de la répercussion de ce paramètre sur le milieu naturel est ambigue, étant donné que les concentrations naturelles peuvent parfois atteindre 1 mg/l et ainsi dépasser les niveaux de danger minimal pour la protection de la vie aquatique.

Au niveau bactériologique, nous n'avons pas détecté des valeurs élevées.

Quant aux différents usages (tableau 3) que l'on pourrait faire de l'eau du lac, il faudrait la traiter pour qu'elle soit propre à la consommation humaine. Toutefois, elle répond aux critères fixés pour l'abreuvement du bétail.

La vie aquatique ne semble pas en danger sauf pour les conditions d'enrichissement qui peuvent être responsables des conditions d'anoxie, tel que discuté dans la section suivante. Les teneurs en fer et en manganèse dépassent les taux fixés pour respecter le niveau de danger minimum.

Cette eau répond aux différents critères pour être utilisée sans crainte pour les sports de contact telle la baignade.

5.1.3 Niveau trophique

Profils du lac:

Les prélèvements d'eau et les différentes mesures effectuées au site LWT (figure 5) ont servi à établir les profils illustrés aux figures 6 à 12 inclusivement. Le profil montré à la figure 6 a été obtenu en 1981 et on peut voir que la stratification n'y est pas aussi clairement définie qu'en 1982, illustrée par les figures 7, 8 et 9. Cette différence peut s'expliquer par les conditions météorologiques. En 1981, l'été a été pluvieux et froid, ce qui a empêché la formation d'une thermocline aussi bien définie qu'en 1982, lorsque la pluie a été rare et qu'il a fait chaud. Les valeurs de chacun des paramètres utilisés pour établir les profils sont données en annexe 5.

Ces profils nous permettent de visualiser les différents phénomènes qui se passent dans le lac, soit l'évolution de la stratification thermique, la teneur en oxygène dissous aux différents moments ainsi qu'à diverses profondeurs, la variation du pH. Il est bien évident que le profil change avec le temps. Ainsi, la profondeur de la thermocline passe de 6.5 mètres au début d'août à 10 mètres au début d'octobre. Cette augmentation de profondeur de la thermocline est causée par le brassage dû aux vagues et au refroidissement de l'épiliminion à l'automne (Wetzel, 1975). En novembre, l'érosion du métalimnion (région de la thermocline) est complétée et le lac est en homothermie.

figure 6

LAC WALLACE (1981-08-20)

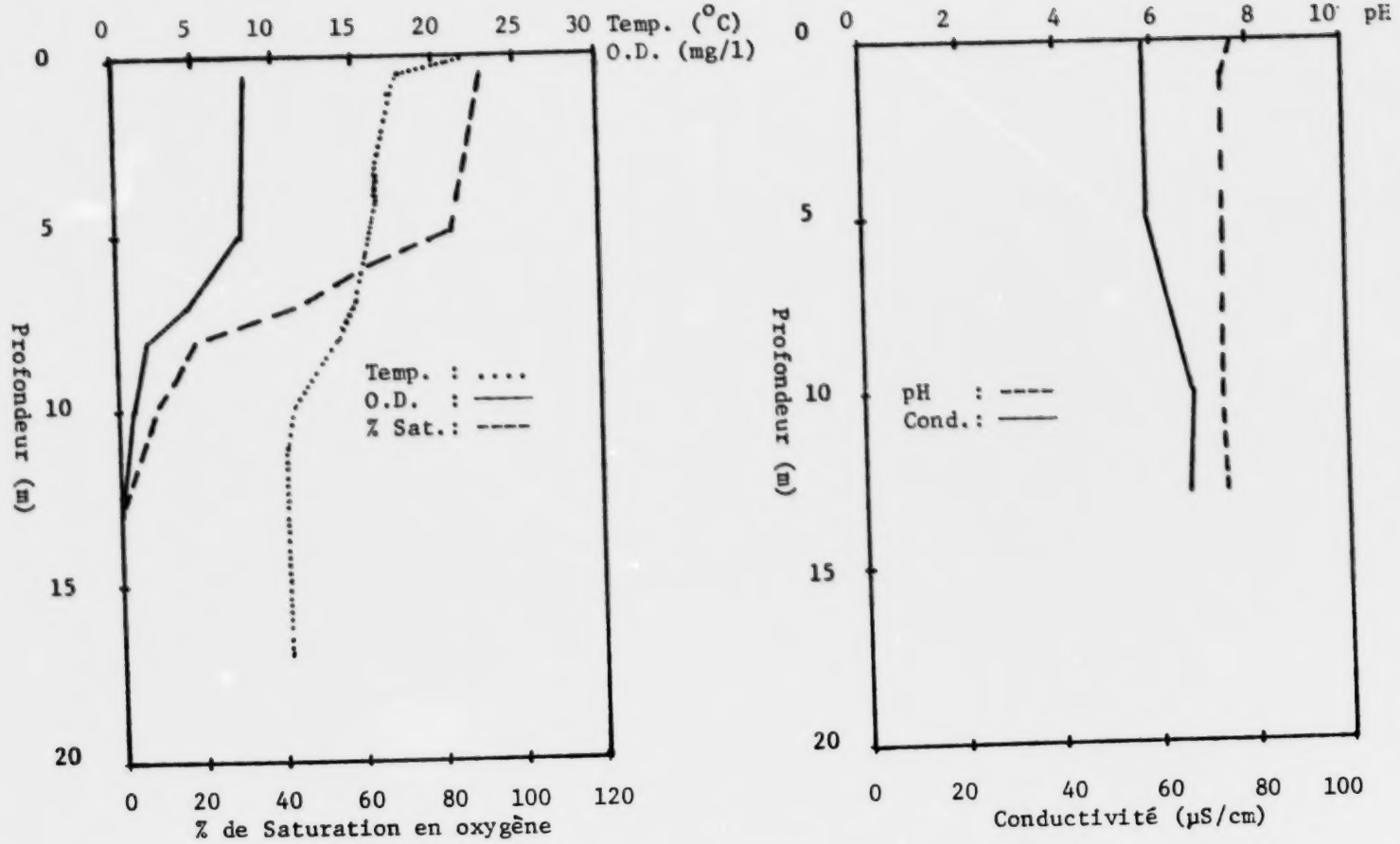


figure 7

LAC WALLACE (1982-08-05)

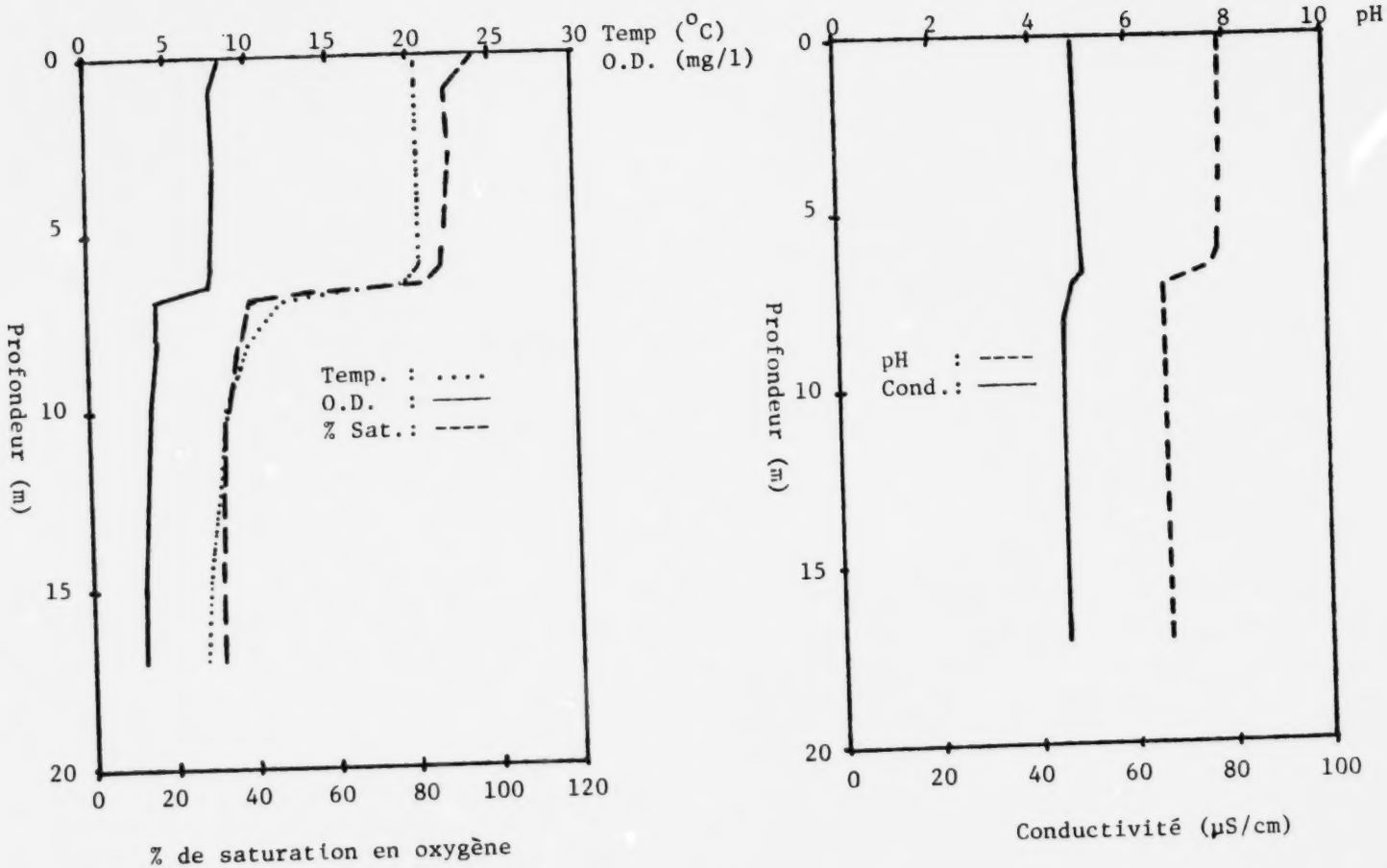


figure 8

LAC WALLACE (1982-08-24)

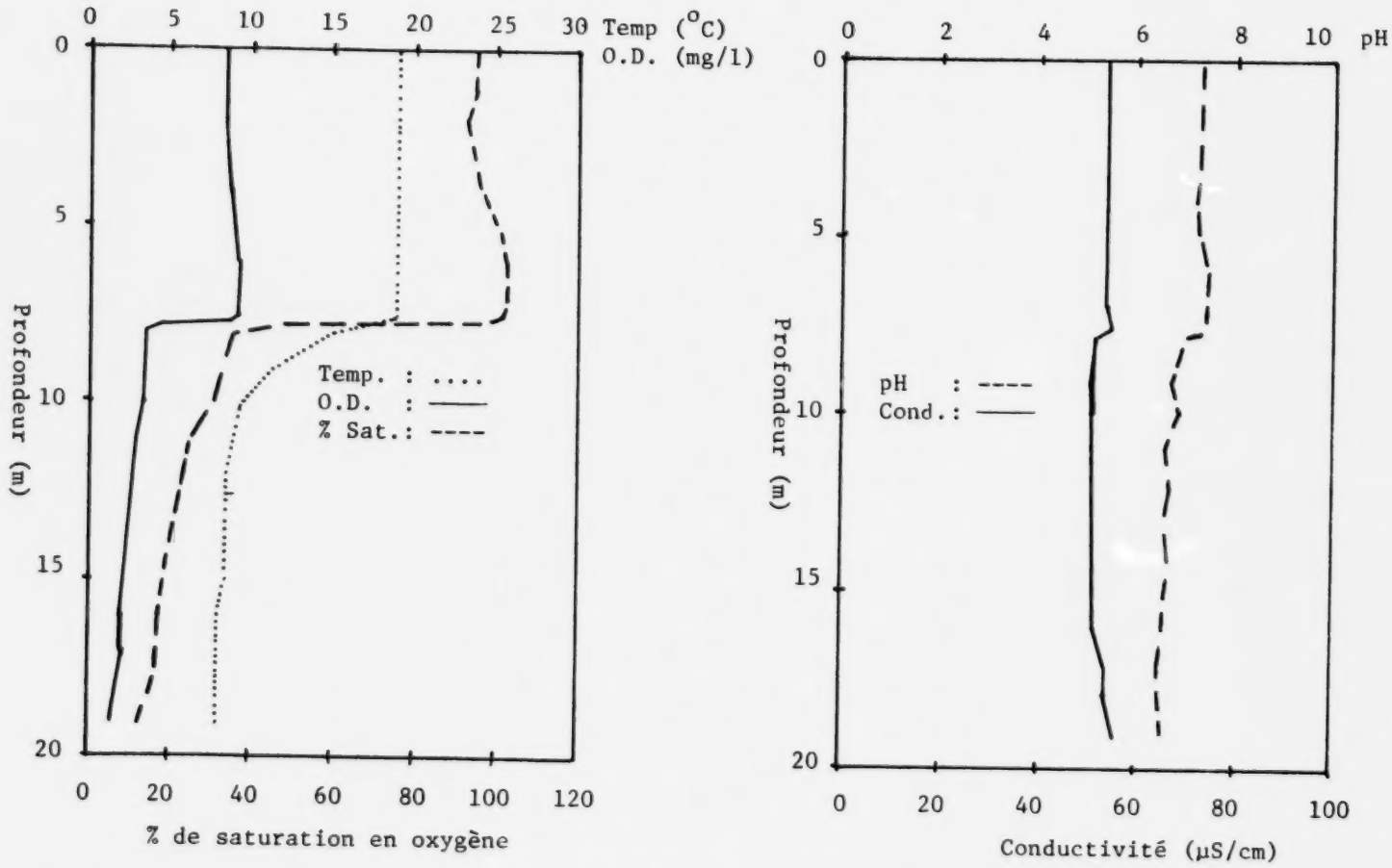


figure 9

LAC WALLACE (1982-09-08)

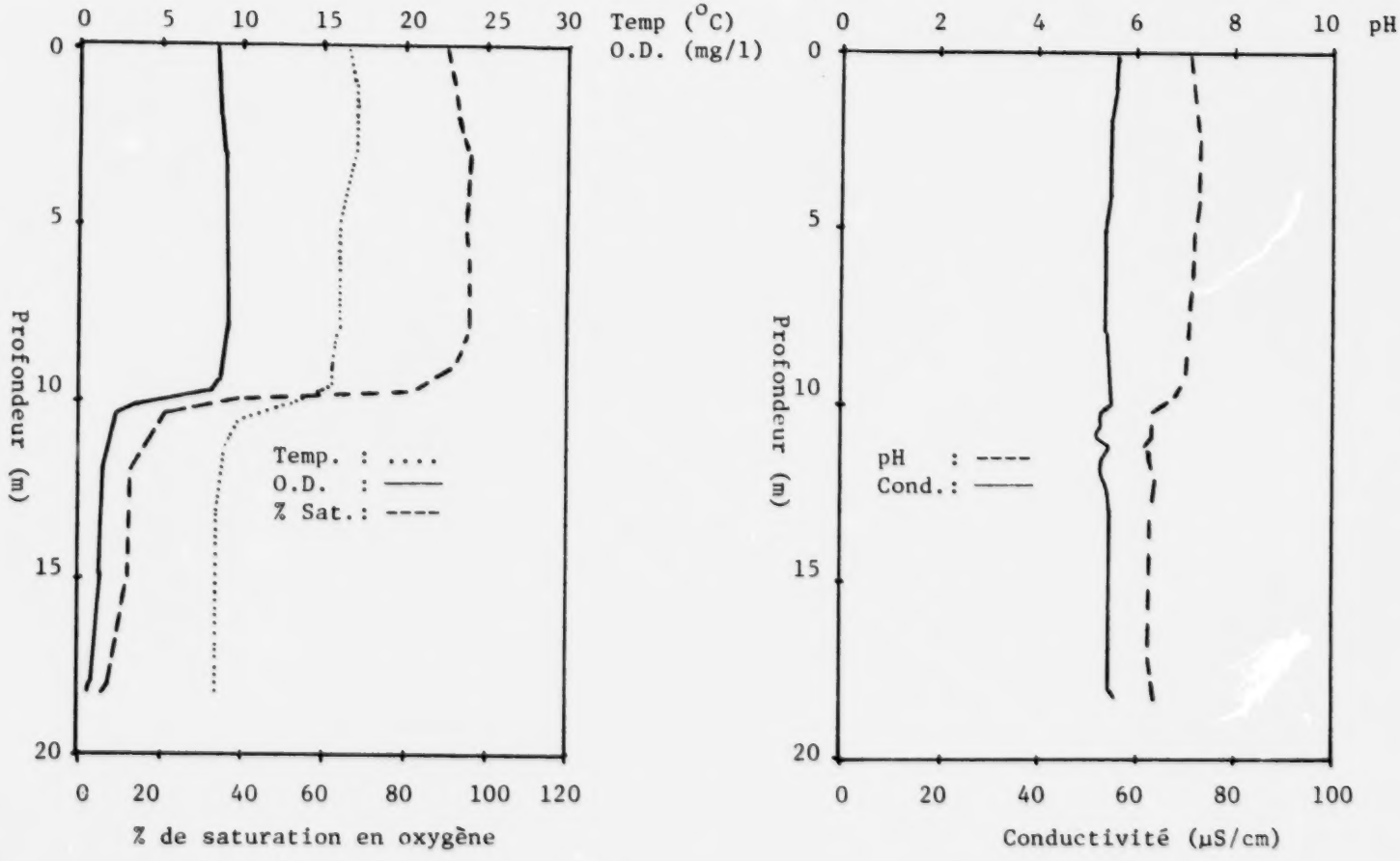


figure 10

LAC WALLACE (1982-10-12)

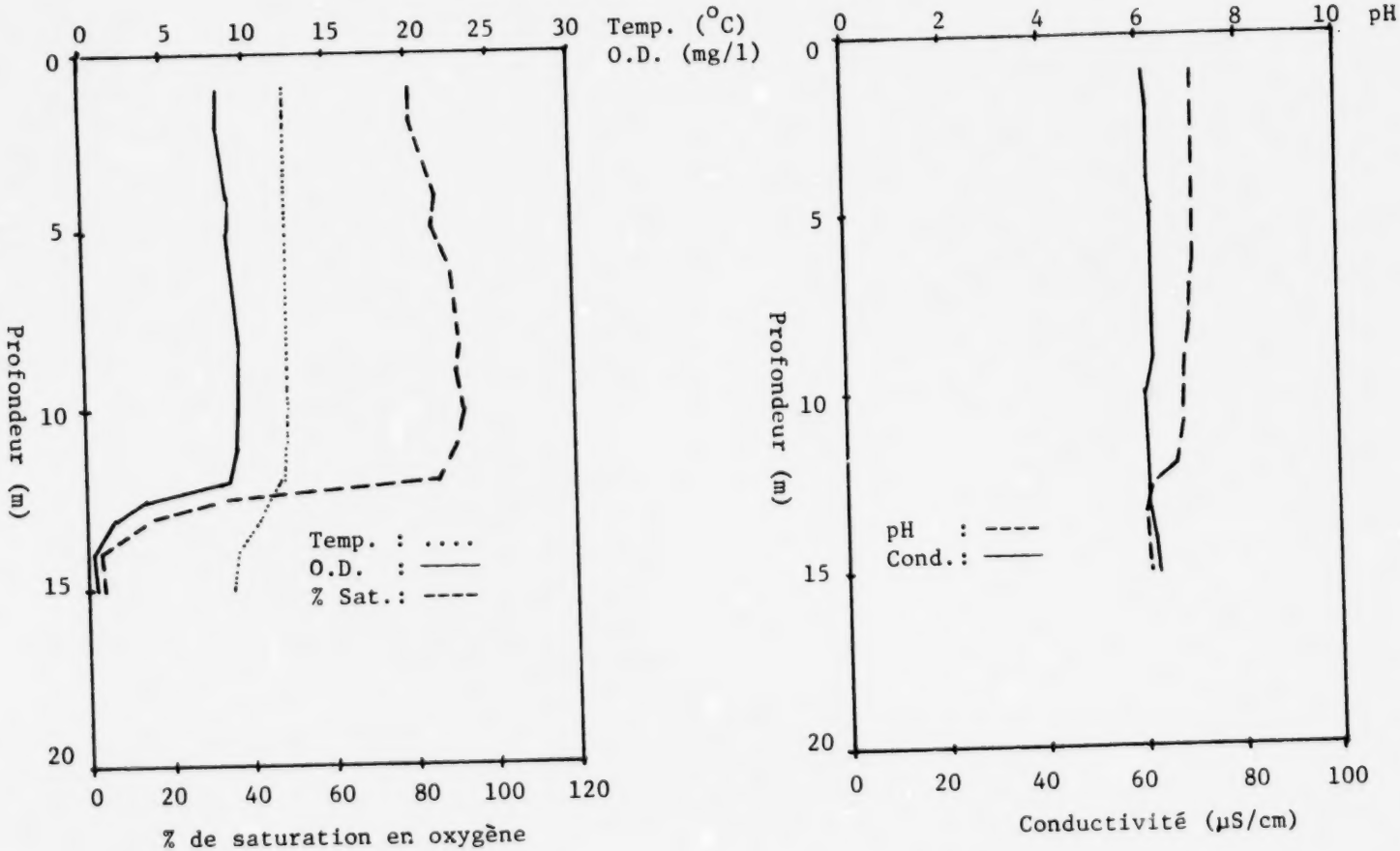


figure 11

LAC WALLACE (1982-11-09)

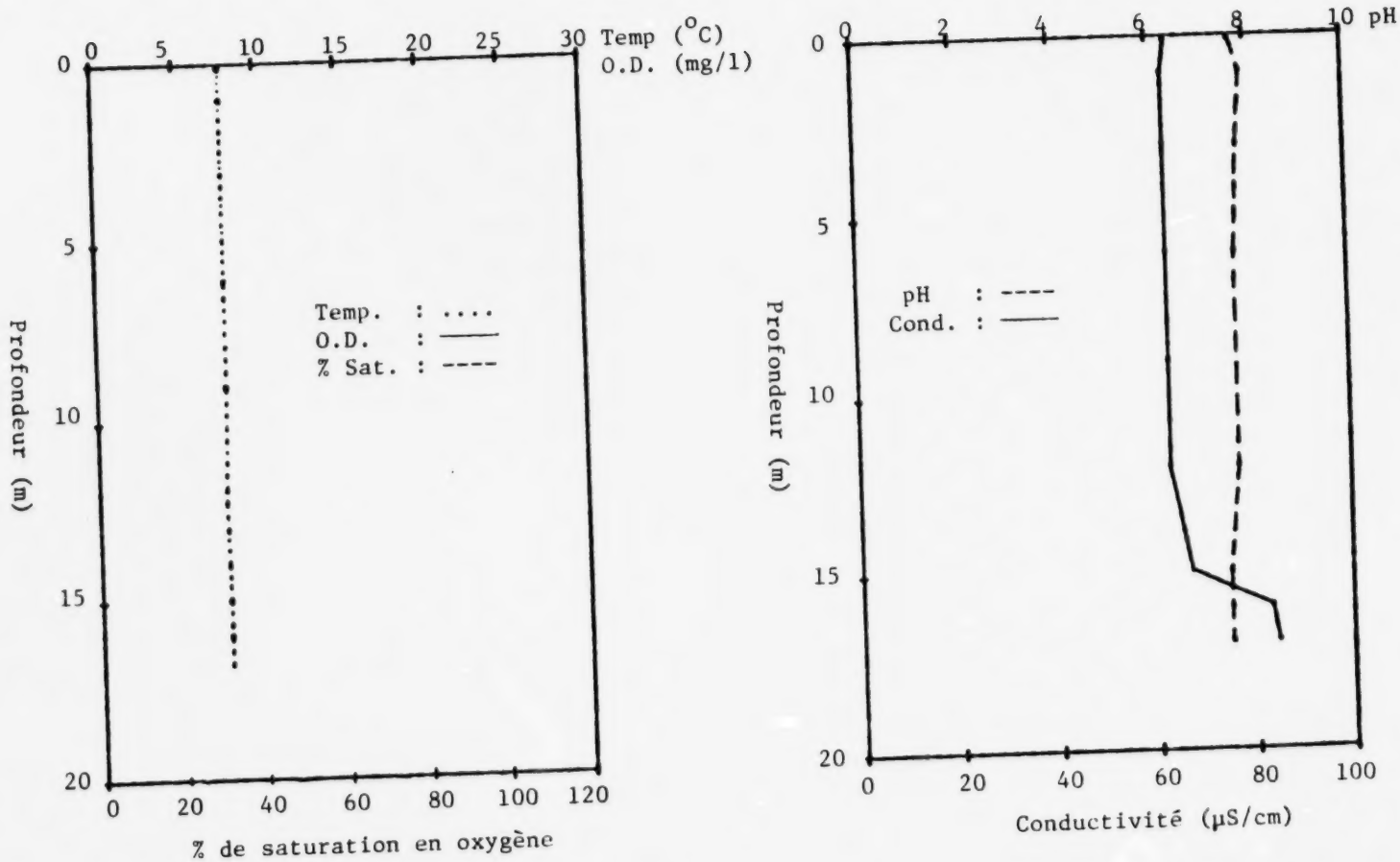
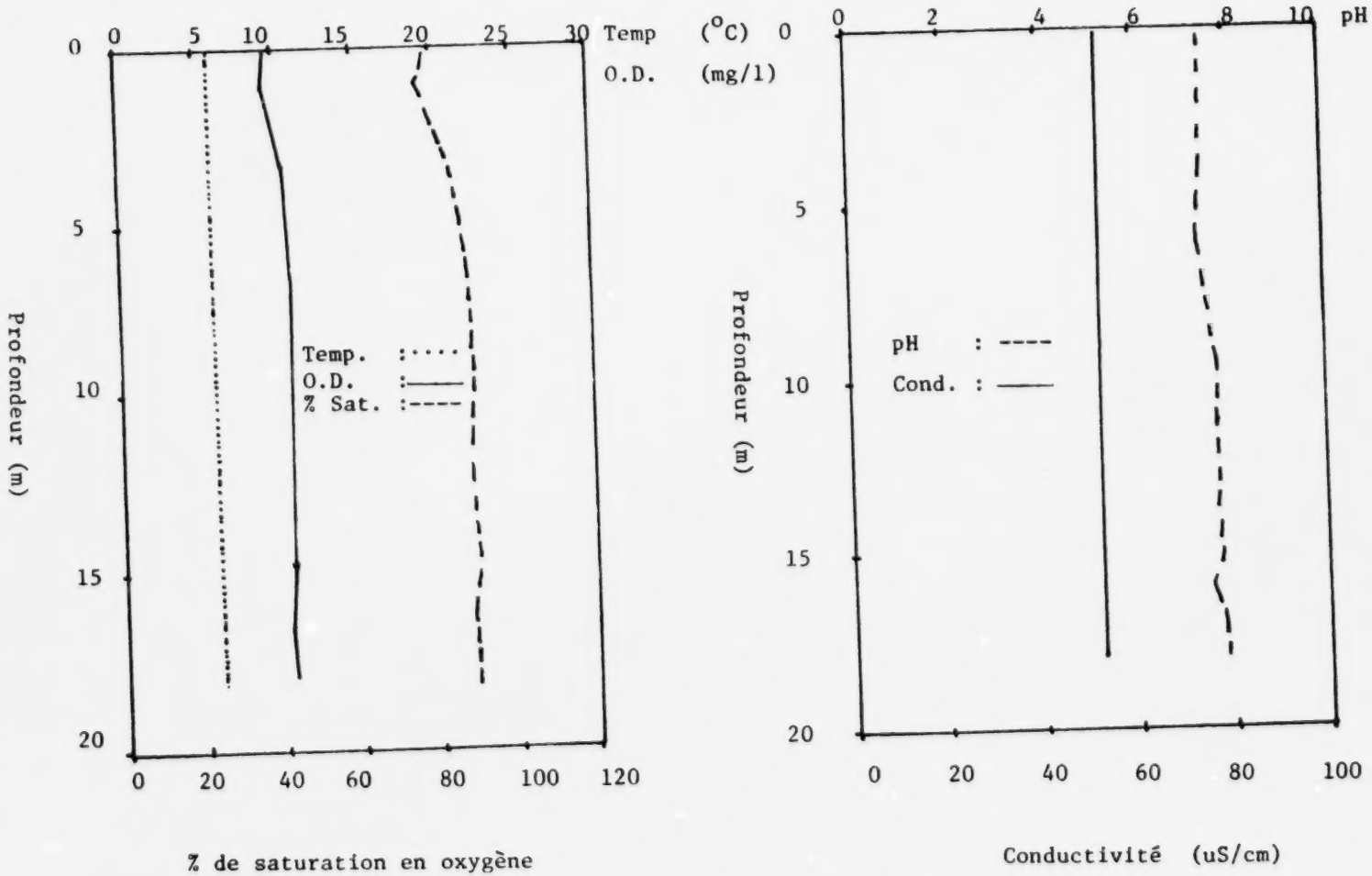


figure 12

LAC WALLACE (1982-11-16)



Durant la période où le lac est stratifié, les concentrations en oxygène dissous dans l'épilimnion sont relativement stables, aux environs de 8 mg/l. Cette teneur en oxygène correspond à un pourcentage de saturation variant entre 78 et 95 %. Cette couche forme la partie bien oxygé- née du lac, où la production d'oxygène par la photosynthèse et l'échange avec l'atmosphère en assurent son renouvellement. Par contre, dans l'hypolimnion, la quantité d'oxygène présent tombe à moins de 1 ppm, ce qui représente une saturation inférieure à 10 %. Ce déficit en oxygène est causé par la dégradation de la matière organique effectuée par les microorganismes qui consomment l'oxygène disponible. La stratification du lac empêche le brassage complet de la masse d'eau et la photosynthèse productrice d'oxygène est absente en profondeur à cause du manque de lumière. Par conséquent, il n'y a pas de renouvellement d'oxygène dans l'hypolimnion. On remarque aussi que l'activité biologique est la plus importante à l'interface sédiments-eau. Ce déficit en oxygène disparaît à l'automne lors du brassage complet de l'eau et que le lac est en homothermie.

On note également la diminution des valeurs de pH en profondeur par rapport à celles observées en surface. Cette baisse de pH est liée à la dégradation de la matière organique par les microorganismes qui dégagent le CO_2, aux processus de nitrification de l'ammoniaque et à l'oxydation des sulfures qui ont lieu principalement au niveau des sédiments.

Les analyses effectuées en laboratoire et pour lesquelles les résultats sont présentés en annexe 6, nous permettent de remarquer que le niveau de matières nutritives est moindre à la surface qu'en profondeur

durant la stratification. Les valeurs de phosphore total (15 versus 30 µg/l) y sont deux fois plus faibles. Les nitrites-nitrates, avec 0.05 par rapport à 0.27 mg/l, y sont quatre à cinq fois plus faibles. Ceci illustre bien le phénomène de regénération de la matière nutritive à partir de la dégradation des substances organiques. La sédimentation du plancton, des algues et de la matière solide fait que l'on retrouve également des valeurs plus petites en surface qu'en profondeur pour la matière en suspension et pour la turbidité. La couleur y est également plus faible (12 versus 48). Ceci se produit fréquemment dans les lacs stratifiés et dénote la présence d'acides humiques en plus grande quantité en profondeur qu'à la surface.

Cote trophique:

Pour déterminer le stade trophique du lac Wallace nous avons évalué de façon numérique la cote trophique, tel que résumé dans la section 4.2. Au tableau 9 sont indiquées les valeurs de cote trophique obtenues aux différentes dates d'échantillonnage et celles des paramètres utilisées pour les calculs. La cote a été déterminée pour les mois d'août, de septembre et d'octobre, bien que le modèle a été développé pour les observations effectuées en août seulement.

TABLEAU 9

Cotes trophiques calculées aux différentes dates

des prélèvements et valeurs utilisées dans le calcul

Paramètre \ Date	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
Transparence (m)	2.5	5.8	4.1	4.2	4.2	2.5	2.5
Poids sec seston (mg/m^3)	180	92	183	111	116	85	127
% saturation en O_2	0	28	16	7	4	*	90
CT_4	7.3	3.2	5.7	5.0	5.2	**	**

Remarques: * Résultat d'analyse non-valable pour la teneur en oxygène.

** Calcul de la cote pas fait (condition d'homothermie dans le lac).

Les cotes obtenues varient beaucoup entre les deux années. Elles varient aussi au cours du même mois, passant de 3.2 à 5.7 en août 1982. En considérant ces valeurs et celle obtenue en 1981, soit 7.3, et en se référant à la figure 4, on peut classer le lac comme étant mésotrophe, près du stade eutrophe en 1981, γ-oligotrophe au début d'août 1982 et β-mésotrophe à la fin de ce même mois. On peut se rendre compte qu'un simple calcul n'est pas suffisant pour déterminer le stade trophique d'un lac.

En plus de ces calculs, nous avons utilisé une classification des stades trophiques (tableau 5), tirée du rapport de Mathieu et al., (1979). On tient aussi compte de quelques paramètres supplémentaires, soit de la teneur en phosphore total au printemps, de la conductivité et de l'azote Kjeldhal en été. L'apport de ces nouveaux paramètres permet de mieux situer le lac. On peut ainsi le classifier au niveau mésotrophe. Toutefois, nous croyons que le lac est en voie d'eutrophisation. Cela est souligné par les conditions d'anoxie plus ou moins sévères qui se retrouvent dans l'hypolimnion au cours de la stratification. Dans les lacs oligotrophes, le profil d'oxygène est plutôt orthograde que clinograde. Les teneurs en oxygène dans l'hypoliminion demeurent semblables à celles mesurées lors du brassage du printemps ou d'automne (Wetzel, 1975) contrairement à ce qui est observé au lac Wallace.

5.1.4 Substances toxiques

Les sédiments:

Il n'existe pas de principes directeurs pour les sédiments. On devrait retrouver les métaux lourds (ou traces) à des niveaux près des valeurs naturelles dans l'écorce terrestre s'il n'y a pas d'anomalies dues à des gisements géologiques.

Le tableau 10 illustre les résultats obtenus pour les différentes analyses effectuées dans les sédiments du lac Wallace. Les sédiments sont de nature typiquement lacustre, l'argile et le limon formant la majeure partie de sa composition. Le sable est présent en plus grande quantité à la station LW-3 qu'à la station LW-1, bien que cette station (LW-3) se trouve plus éloignée des apports des tributaires.

Les éléments majeurs, tels le carbone avec 5 et 7.5 %, de même que le fer avec 3.8 et 4.4 % du poids sec, montrent des pourcentages élevés dans les sédiments. Les autres éléments, mercure, zinc, chrome et manganèse, se retrouvent à des niveaux un peu plus élevés que la normale (tableau 6) probablement à cause de l'influence des activités humaines. La présence de produits organiques indique une contamination du milieu provenant de sources diffuses.

TABLEAU 10

Résultats analytiques des sédiments

et des poissons du lac Wallace

Milieux		Sédiments		Poissons
Paramètres	Unités	LW-1	LW-3	
Gravier	%	0	0	-
Sable	%	39.8	69.7	-
Limon	%	51.1	30.3	-
Argile	%	9.1	0.0	-
Carbone total	%	4.93	7.50	-
Carbone org.	%	4.81	7.38	-
Azote total	%	0.35	0.56	-
Fer	%	3.77	4.41	-
Cadmium	mg/kg	<0.01	<0.01	-
Cuivre	mg/kg	58	58	-
Chrome	mg/kg	98	96	<0.6
Manganèse	mg/kg	1265	1638	-
Mercure	mg/kg	0.097	0.172	-
Nickel	mg/kg	37	16	0.051
Plomb	mg/kg	<0.2	<0.2	<6
Zinc	mg/kg	115	184	20
BPC	µg/kg	10	27	171
DDT total	µg/kg	2	15	55
Chlordane	µg/kg	5	9	<1
Dieldrine	µg/kg	<1	<1	7
Endrine	µg/kg	<1	<1	2
HCB	µg/kg	<1	1	<1
Lipides	%	N.A.	N.A.	3.3

Les poissons:

Les poissons recueillis au lac Wallace étaient de jeunes truites de lac (Salvelinus namaycush), ensemencées par le département de la chasse et de la pêche du Vermont. Les valeurs de PCB détectées nous montrent que ces poissons, même très jeunes, sont contaminés par ces produits toxiques. Nous pouvons ainsi dire que l'eau du lac Wallace en contient à de faibles niveaux et que ces organismes peuvent servir d'indicateurs pour détecter ces produits. La présence des PCB chez les jeunes truites indique que les adultes capturés par les pêcheurs sont probablement contaminés à des niveaux plus élevés. En effet, la truite est un poisson gras et les PCB étant lipophiles, il peut y en avoir une bonne quantité. Chez la truite adulte du lac Ontario, on en a déjà détecté jusqu'à 11 mg/kg (Armstrong et Sloan, 1980) alors que la norme pour la mise en marché est de 2 mg/kg.

5.2 Lac Memphrémagog

5.2.1 Description du lac (tableau 11)

Le lac Memphrémagog fait partie du bassin versant de la rivière Saint-François. Plus spécifiquement, il est situé dans la portion du moyen Saint-François. C'est un lac profond, long d'une quarantaine de kilomètres et de grande superficie. Il se classe toutefois au second rang, après le lac Champlain, au niveau de la longueur et de la surface pour les lacs transfrontaliers Québec - Etats-Unis. Il est alimenté en

TABLEAU II

Caractérisation physique du lac Memphrémagog

et de son bassin hydrographique

Nom du lac:	Memphrémagog	Canton:	-
Comté:	Brome et Stanstead	Latitude:	45° 06' N
Bassin hydrographique:	Rivière Saint-François	Longitude:	72° 17' O

LAC

Altitude:	208 m	Rapport d'allongement:	8.3
Superficie:	94.6 km^2	Rapport périmètre/surface:	1.75
Périmètre:	166 km	Volume :	$14.9X10^8$ m^3
Longueur maximale:	39.7 km	Profondeur maximale:	107 m
Largeur maximale:	4.8 km	Profondeur moyenne:	15.5 m

BASSIN

Superficie:	1765 km^2	Nombre de lacs:	33
Nombre d'affluents:	5 majeurs 47 mineurs	Fréquence des lacs: (n/km^2)	0.02

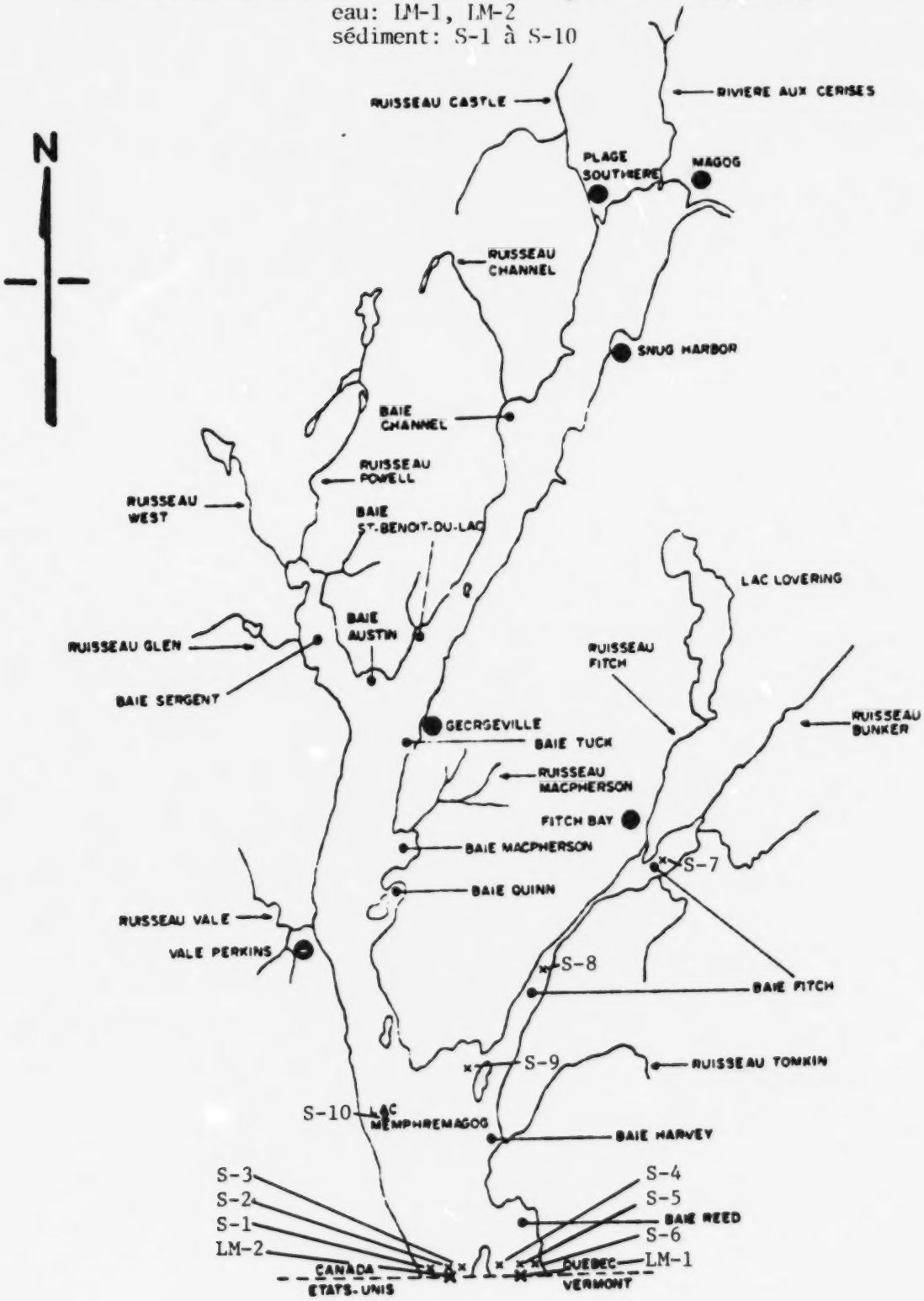
eau par cinq tributaires majeurs, dont trois se retrouvent aux Etats-Unis. Son niveau est maintenu entre 206.91 m et 208.05 m, tel qu'il est spécifié dans le traité international de 1934 (Morse et Flanders, 1971). Ses eaux sont déversées dans la riviere Magog qui alimente le lac du même nom. Le lac Magog se déverse dans la rivière Saint-François.

Le territoire qu'il draine couvre 1,765 kilomètres carrés, dont 495 sont situés au Canada, soit 29 %. La population y est majoritairement urbaine, tant du côté canadien qu'américain. En effet, la ville de Magog regroupait 79 % de la population canadienne du bassin du lac en 1971 et 4 centres urbains réunissaient les deux tiers de la population du secteur américain (Bernier, 1981). L'industrie manufacturière est un employeur important dans ce bassin alors que l'agriculture est en perte de vitesse depuis les vingt dernières années. Aujourd'hui, cette région a axé son développement vers le secteur touristique, étant donné sa proximité du grand centre urbain de Montréal. Ainsi durant l'été, la seule ville de Magog voit sa population doubler. En plus, l'ensemble des rives du lac accueille 10,000 personnes additionnelles.

La figure 13 localise les stations d'échantillonnage du réseau de la qualité de l'eau (LM-1 et LM-2) et les points de prélèvement des sédiments (1 à 10).

Figure 13

Localisation des stations d'échantillonnage du lac Memphrémagog
eau: LM-1, LM-2
sédiment: S-1 à S-10



5.2.2 Qualité de l'eau (tableau 12)

Historiquement, il y a eu des problèmes de floraison d'algues au lac Memphrémagog. Une floraison majeure a eu lieu en 1967 et a amené les gouvernements américain et québécois à faire des études sur la qualité de l'eau du lac Memphrémagog.

Morse et Flanders (1971) ont déterminé qu'aux Etats-Unis les trois tributaires majeurs du lac, soit les rivières Clyde, Barton et Black, amènent 97 % du phosphore. Pagé (1971) sépare le lac en trois zones trophiques: eutrophe au sud, oligotrophe au centre et mésotrophe au nord. Dupont et al., (1974), déterminent que la qualité de l'eau est bonne, à l'exception des éléments nutritifs, qui indiquent une eutrophisation du lac, principalement au sud.

De 1969 à 1979, des échantillons ont été prélevés au lac Memphrémagog dans le cadre du programme national de surveillance de la D.G.E.I.. En 1979 et en 1982, la région du Québec a prélevé quelques échantillons aux mêmes emplacements. Nous avons regroupé les données statistiques sommaires pour les deux intervenants et les présentons au tableau 12. Pour tous ces paramètres, les méthodes analytiques utilisées ont été les mêmes ou semblables, à l'exception du phosphore total et de l'azote total Kjeldhal (TKN).

Nous avons comparé les valeurs historiques à celles obtenues par le laboratoire d'Environnement Canada, à Longueuil. Malgré le nombre restreint d'échantillons prélevés et analysés à Longueuil, les résultats sont dans le même ordre de grandeur.

TABLEAU 12

Données statistiques combinées des stations d'échantillonnage du réseau de la qualité de l'eau du lac Memphrémagog (nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane)

		Historique (1969-1979)				Historique (1979-1982)			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		243	6.3	8.3	7.3	8	6.4	7.7	7.4
Conduct.	µS/cm	243	54	230	132	8	94	150	120
Turbidité	U.J.	242	0.3	10.0	1.0	8	0.9	4.8	1.7
Couleur	Pt-Co	244	5	40	3	8	5	60	20
SS fixes	mg/l	5	<1	26	4	6	<1	2	<1
SS totaux	mg/l	5	<1	33	6	6	1	3	2
Alc. tot.	mg/l	164	12.3	55.9	44.5	8	17.0	48.7	41.1
Dur. tot.	mg/l	113	18.4	70.7	55.1	8	45.3	59.5	53.0
NO_2-NO_3	mg/l N	100	<0.01	0.66	0.08	8	0.01	0.41	0.06
TKN	mg/l N	100	0.09	0.73	0.18	8	0.16	0.54	0.26*
P tot.	µg/l P	171	2	306	17	8	<5	41	30*
TOC	mg/l	80	0.5	11.5	4.2	-	-	-	-
Coli. tot.	n/dl	-	-	-	-	2	<10	10	<10
Coli. féc.	n/dl	-	-	-	-	2	<10	<10	<10
Strep. féc.	n/dl	-	-	-	-	2	<10	<10	<10
Ca dissous	mg/l	128	6.0	22.0	17.6	6	14.8	18.5	18.0
Mg dissous	mg/l	-	-	-	-	6	1.7	2.6	2.4
Na dissous	mg/l	-	-	-	-	6	2.9	3.9	3.3
K dissous	mg/l	217	0.5	2.0	1.0	6	1.0	1.0	1.0
Cl^- dissous	mg/l	214	2.6	10.5	5.6	6	5.0	6.6	6.4
$SO_4^=$ dissous	mg/l	108	5.0	12.0	8.0	6	7.7	8.8	8.3

* Méthodes différentes

L'eau du lac Memphrémagog présente une conductivité élevée, est relativement douce et son alcalinité répond aux critères pour la consommation domestique et la protection de la vie aquatique. Les ions majeurs sont retrouvés à des niveaux naturels. Parmi les éléments nutritifs, le phosphore avec une valeur médiane de 30μ g/l représente un danger pour la vie aquatique. Un tel niveau illustre également le phénomène d'eutrophisation que le lac subit. Les composés azotés (NO_2-NO_3 et TKN) sont présents à des niveaux naturels.

En ce qui concerne les divers paramètres analysés, l'eau du lac répond aux différents critères pour l'utilisation récréative du milieu.

5.2.3 Substances toxiques

Des sédiments de fond ont été prélevés au lac Memphrémagog en 1981. Trois échantillons ont été recueillis de chaque côté de l'île Province, légèrement au nord de la frontière; deux échantillons ont été prélevés dans la baie Fitch, un autre à l'ouest de l'île Whetstone et le dernier, au nord de l'île Ronde. La localisation des sites de prélèvement numérotés S-1 à S-10 est fournie sur la figure 13. Les résultats sont donnés au tableau 13.

Nous pouvons remarquer que les sédiments sont principalement composés de sable (57 à 89 %), le gravier étant absent. Le carbone présente des valeurs élevées avec des niveaux variant de 4.4 à 10 % dans 7 des 10 échantillons analysés. Les métaux lourds sont retrouvés à des niveaux élevés, principalement pour le mercure et le plomb. Nous n'avons

TABLEAU 13

Résultats des analyses des sédiments du lac Memphrémagog

Paramètres \ Stations	Unités	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gravier	%	0.1	0	0.2	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0
Sable	%	77.4	75.8	88.9	63.8	67.8	65.4	57.6	70.1	67.0	71.1
Limon	%	19.8	21.4	8.9	16.9	12.8	7.0	26.2	6.2	24.0	21.4
Argile et Polloïdes	%	2.8	2.7	2.1	19.3	19.3	27.6	16.1	23.6	9.0	7.6
Carbone tot.	%	5.4	5.6	0.8	4.5	4.8	4.8	9.1	10.0	2.3	3.2
Carbone org.	%	5.4	5.5	0.8	4.4	4.7	4.7	9.1	10.0	2.3	3.0
Azote tot.	%	0.64	0.69	0.10	0.51	0.53	0.53	0.78	0.94	0.27	0.36
Cadmium	mg/kg	1.6	1.4	0.6	1.2	1.2	1.0	0.8	1.4	1.1	2.6
Cuivre	mg/kg	70	70	110	70	110	110	620	80	70	760
Fer	%	7.1	7.5	2.6	6.6	6.6	6.0	5.6	5.9	3.7	5.4
Manganèse	mg/kg	2050	5360	790	1540	2000	2470	1050	2270	1840	2690
Mercure	mg/kg	0.74	0.95	0.09	0.40	0.58	0.39	0.27	0.34	0.16	0.17
Plomb	mg/kg	75	75	< 11	49	50	42	110	53	25	120
PCB	µg/kg	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
DDT total	µg/kg	7.0	0.9	3.7	2.5	3.0	3.1	1.5	1.8	1.6	3.7
Chlordane tot.	µg/kg	0.9	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.3	0.5	0.9	0.7
BHC tot.	µg/kg	1.0	0.2	1.5	0.1	< 0.1	0.1	0.3	0.2	0.6	1.3

pas trouvé d'explication ou de cause pour ces niveaux élevés. Les deux valeurs très élevées obtenues pour le cuivre proviennent prossiblement d'une contamination analytique.

En ce qui concerne les produits organiques, les PCB n'y ont pas été détectés. Les DDT et leurs produits de dégradation l'ont été, à des niveaux assez faibles.

5.3 Lac Frontière

5.3.1 Description du lac (tableau 14)

Le lac Frontière est un très petit lac (1.1 km^2) de forme rectangulaire, situé à la tête du bassin versant de la rivière Saint-Jean. Sa profondeur maximale atteint 4.6 m, à l'embouchure de son tributaire majeur alors qu'elle varie entre 2 et 3 mètres dans la véritable portion lacustre de ce plan d'eau. Cette faible profondeur favorise la présence de plantes aquatiques (joncs, nénuphars) à quelques endroits dans le lac.

La branche nord-ouest de la rivière Noire est son tributaire principal. L'évacuation de ses eaux se fait dans la rivière Saint-Jean et est contrôlée par un barrage. Le territoire drainé par le lac Frontière couvre 407 km^2. L'industrie forestière représente 80 % de l'exploitation du territoire (Bernier, 1981). Le secteur agricole (laitier, bovin, porc) est le deuxième principal utilisateur du sol dans ce bassin.

TABLEAU 14

Caractérisation physique du lac Frontière

et de son bassin de drainage

Nom du lac:	Frontière	Canton:	Talon
Comté:	Montmagny	Latitude:	46° 42' 23" N
Bassin hydrographique:	Rivière Saint-Jean	Longitude:	70° 00' 15" O

LAC

Altitude:	363 m	Rapport d'allongement:	2.7
Superficie:	1.1 km^2	Rapport périmètre/surface:	3.75
Périmètre:	4.1 km	Volume:	-
Longueur maximale:	1.9 km	Profondeur maximale:	4.6 m
Largeur maximale:	0.7 km	Profondeur moyenne:	-

BASSIN

Superficie:	407 km^2	Nombre de lacs:	10
Nombre d'affluents:	3	Fréquence des lacs: (n/km^2)	0.02

La municipalité de Lac Frontière s'est établie à l'extrémité sud du lac et regroupe environ 220 habitants (Anonyme, 1981). Une gravelière est située près de la berge ouest du lac et une petite gare de triage est établie du côté sud-est du lac, tout près du village. Les routes longent "3" des côtés du lac.

La figure 14 situe la station d'échantillonnage LF-1 du réseau de la qualité de l'eau.

5.3.2 Qualité de l'eau (tableau 15)

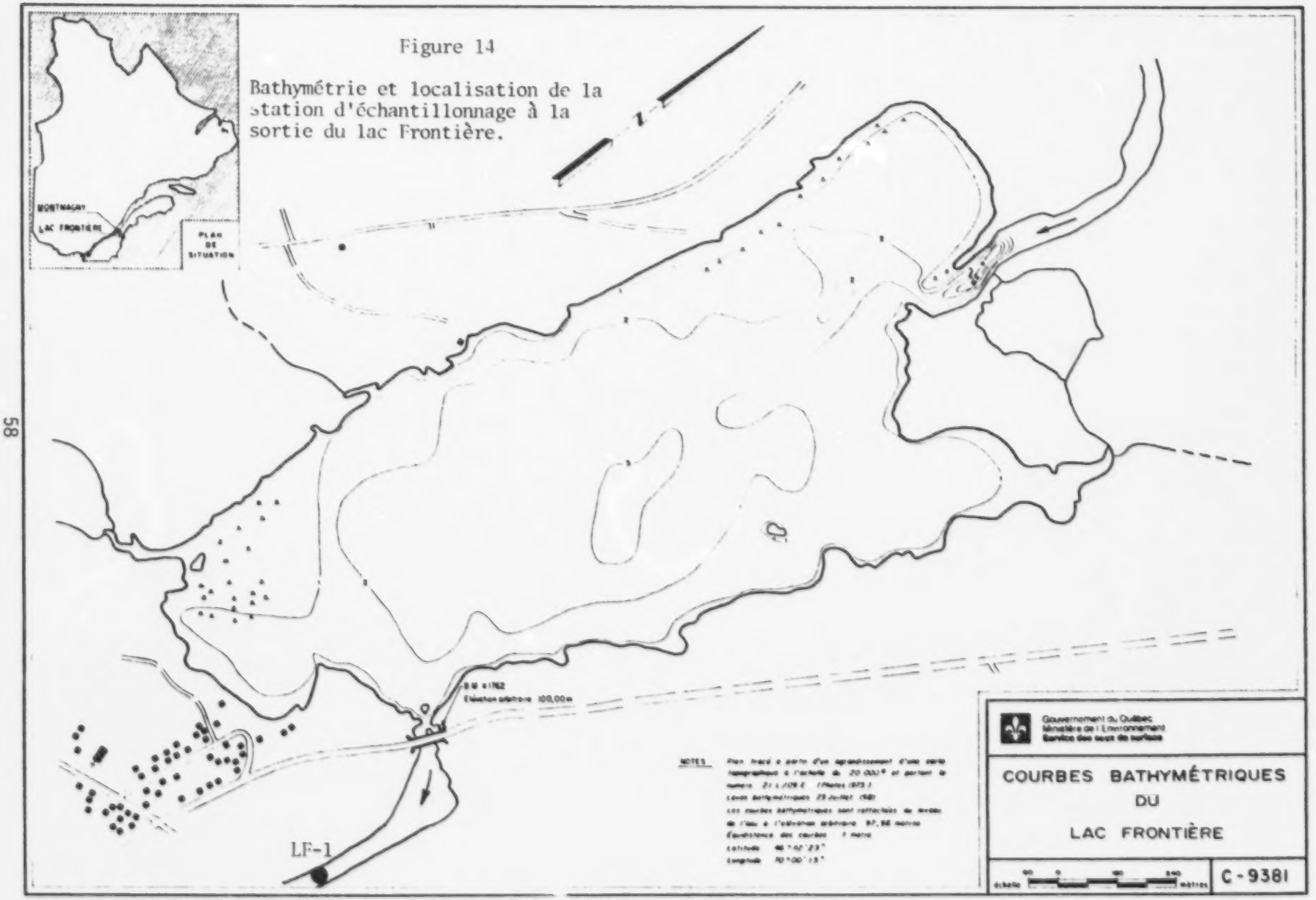
Nous avons comparé les valeurs des différents paramètres pour les trois années à l'étude. Les résultats analytiques variant peu, nous avons combiné les statistiques dans un seul tableau.

L'eau du lac Frontière est moyennement minéralisée, la conductivité variant de 27 à 73μ Siemens/cm, peu alcaline et modérément douce. Sa couleur est très élevée, atteignant 160 unités de Pt-Co, alors que la valeur médiane est de 80 unités de couleur. Les ions majeurs sont retrouvés à des niveaux naturels, le calcium étant l'ion prédominant, suivi des sulphates.

En ce qui concerne les éléments nutritifs, le phosphore est détecté à des niveaux variant de 22 à 73μ g/l, la valeur médiane étant de 36μ g/l. Tel que mentionné dans la section du lac Wallace, cette valeur est supérieure au maximum souhaitable de 25μ g/l et indique une contamination humaine. L'azote retrouvé sous forme de nitrites et de nitrates

Figure 14

Bathymétrie et localisation de la station d'échantillonnage à la sortie du lac Frontière.



Dépôt légal 4e trimestre 1991 , Bibliothèque nationale du Québec

TABLEAU 15

Données statistiques combinées (1980-1982) pour le lac Frontière
(nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane)

Station		LF-1 (1980-1982)			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		13	6.1	7.8	7.0
Conduct.	µS/cm	13	27	73	48
Turbidité	U.J.	13	1.4	2.4	1.9
Couleur	Pt-Co	13	40	160	80
SS fixes	mg/l	11	<1	4	<1
SS totaux	mg/l	12	1	5	2
Alc. tot.	mg/l	13	4.5	22.9	14.6
Dur. tot.	mg/l	13	10.5	42.9	28.9
NO_2-NO_3	mg/l N	13	<0.01	0.34	0.10
TKN	mg/l N	13	0.20	0.66	0.38
NH_3	mg/l N	3	<0.1	0.04	<0.1
P total	µg/l	12	22	73	36
TOC	mg/l	3	16	22.5	19
Coli. tot.	n/dl	1	20	20	20
Coli. féc.	n/dl	1	10	10	10
Stre. féc.	n/dl	1	30	30	30
Ca dissous	mg/l	9	4.0	9.2	7.9
Mg dissous	mg/l	9	0.5	1.5	1.1
Na dissous	mg/l	9	0.7	2.3	0.3
K dissous	mg/l	9	0.2	0.5	0.3
Cl^- dissous	mg/l	10	1.3	7.3	2.7
$SO_4^=$ dissous	mg/l	10	3.5	7.7	6.2
Cd total	µg/l	3	<1	<1	<1
Cu total	µg/l	3	<1	2	1
Fe total	µg/l	3	131	339	297
Hg total	µg/l	4	<0.01	0.01	<0.01
Mn total	µg/l	2	25	77	51
Ni total	µg/l	3	<1	2	2
Pb total	µg/l	3	<1	<1	<1
Zn total	µg/l	1	11	11	11

nous montre un patron caractéristique de l'activité biologique qui se passe dans le lac. Les valeurs maximales sont retrouvées au début du printemps et à l'automne, les valeurs minimales sont détectées à l'été, lorsque le milieu utilise au maximum les éléments disponibles. L'azote ne semble pas présenter de problèmes au lac Frontière.

Au niveau bactériologique, nous avons déterminé le nombre de coliformes totaux, fécaux et de streptocoques fécaux. Les niveaux retrouvés pour ces bactéries sont très faibles et ne posent pas de problèmes. De même, les métaux lourds ne sont pas présents à des niveaux élevés.

Au niveau de la chimie organique, pour laquelle nous ne rapportons pas de valeur dans ce rapport, les seuls produits détectés sont les DDT, l'alpha-BHC et l'hexachlorobenzène, à des niveaux très près de la limite de détection. Ces valeurs sont disponibles pour ceux qui en auraient besoin.

En ce qui concerne les différents usages que l'on pourrait faire de cette eau, elle devrait être traitée pour la rendre potable alors que les animaux peuvent la boire sans problèmes. La faible profondeur du lac favorise un réchauffement de l'eau en été et pourrait causer un manque en oxygène dissous, non propice à la vie aquatique dans le lac. Pour ce qui est des loisirs, il n'y a pas de problème à se baigner dans ce lac.

5.3.3 Niveau trophique

Nous n'avons pas fait d'étude trophique au lac Frontière. Cependant, nous croyons qu'il n'y a pas de stratification thermique en été étant donné la faible profondeur du lac. En se basant sur les valeurs disponibles pour certains des paramètres cités au tableau 3, il semblerait que le lac soit mésotrophe, en voie d'eutrophisation.

5.3.4 Substances toxiques

Les sédiments (tableau 16) prélevés à la sortie du lac Frontière (LF-1), dans la branche nord-ouest de la rivière Saint-Jean, sont représentatifs de la composition des sédiments de rivière avec un courant relativement fort. Les teneurs en carbone, en azote et en métaux lourds sont à des niveaux naturels. Elles n'indiquent pas de contaminations.

Certaines substances organiques sont détectées à de faibles niveaux. Parmi ces substances, les PCB ne sont pas détectés. En ce qui concerne les poissons, il n'y a pas eu d'échantillons prélevés.

TABLEAU 16

Résultats analytiques des sédiments du lac Frontière

Paramètres	Unités	LF-1
Gravier	%	1.7
Sable	%	83.8
Limon	%	10.2
Argile	%	4.4
Carbone total	%	3.1
Carbone organique	%	3.1
Azote total	%	0.14
Fer	%	2.6
Cadmium	mg/kg	0.8
Cuivre	mg/kg	<15
Manganèse	mg/kg	705
Mercure	mg/kg	-
Plomb	mg/kg	<11
Zinc	mg/kg	-
PCB	µg/kg	<10
DDT total	µg/kg	3.6
Chlordane	µg/kg	0.7
Dieldrine	µg/kg	0.1
Endrine	µg/kg	<1
HCB	µg/kg	0.2

5.4 Lac de l'Est

5.4.1 Description du lac (tableau 17)

Le lac de l'Est est un lac de petite superficie qui fait partie du bassin versant de la haute rivière Saint-Jean, tout comme le lac Beau. Tel que spécifié à la section 2, il semble être formé de deux bassins (figure 15). En effet, il y a un rétrécissement dans son milieu, la largeur y atteignant une quarantaine de mètres. Le fond du lac remonte et forme un seuil dont la profondeur ne dépasse pas une dizaine de mètres.

Son renouvellement en eau est assuré par trois (3) tributaires principaux et son trop plein est évacué par le "Little East Lake" qui se déverse dans le ruisseau Chimenticook. Celui-ci se jette dans la rivière Saint-Jean à environ 20 km en aval. Le territoire que le lac de l'Est draine est petit, avec 180 km^2. L'exploitation forestière est la seule activité qui se pratique dans la région.

Le pourtour du lac est inoccupé et inexploité, à l'exception de la partie nord où il y a un camping qui fait partie de la zone d'exploitation contrôlée (Z.E.C.) Chapais.

La figure 15 situe les stations d'échantillonnage du réseau de la qualité de l'eau (LE-1 et LE-2) et celles de l'étude trophique (LE-A et LE-B).

TABLEAU 17

Caractérisation physique du lac de l'Est

et de son bassin hydrographique

Nom du lac:	Est	Canton:	Chapais
Comté:	Rimouski	Latitude:	47° 11' 18" N
Bassin hydrographique:	Rivière Saint-Jean	Longitude:	69° 33' 41" O

LAC

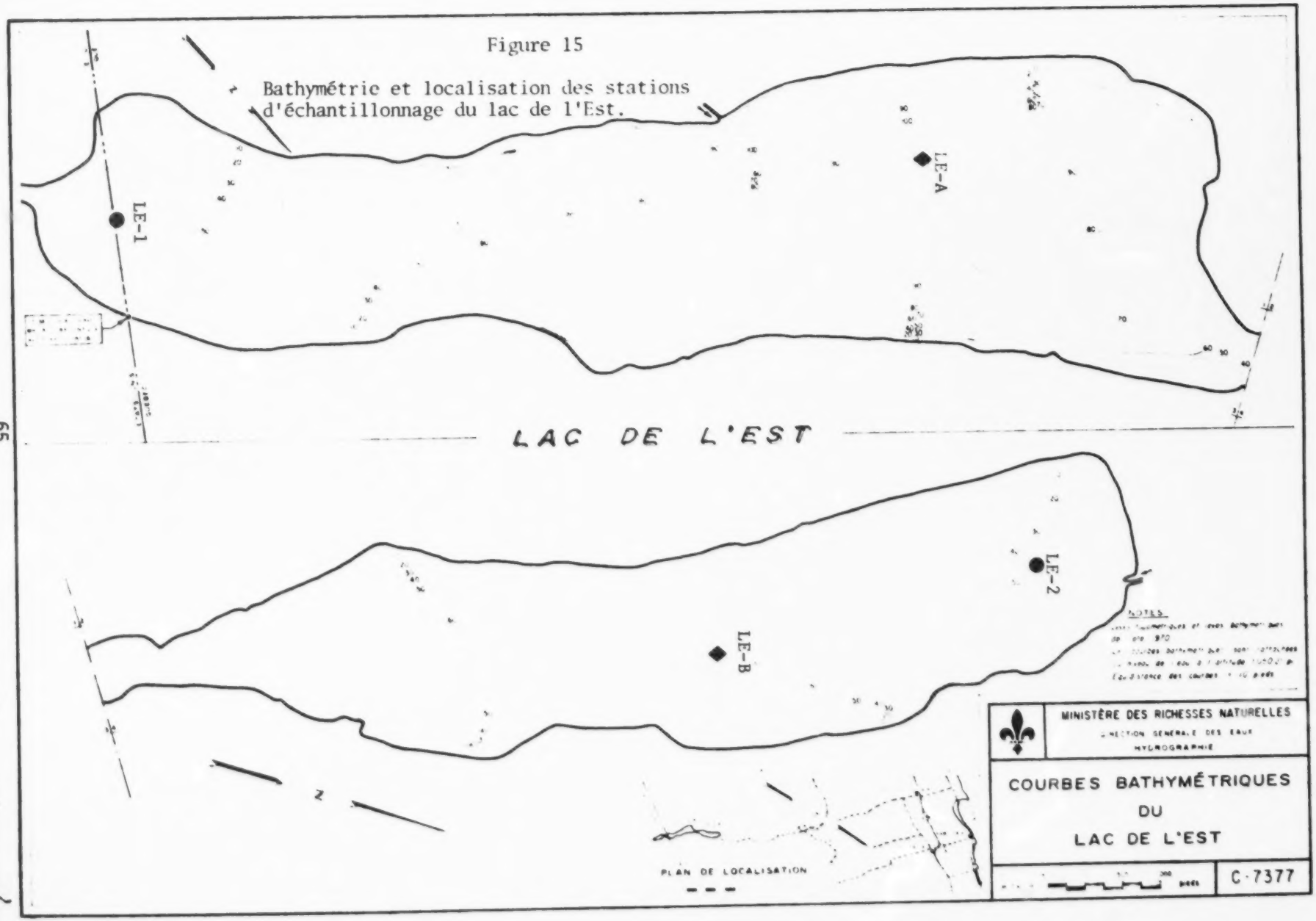
Altitude:	317 m	Rapport d'allongement:	8.99
Superficie:	7.2 km^2	Rapport périmètre/surface:	3.5
Périmètre:	25.3 km	Volume: :	$11.1X10^7$ m^3
Longueur maximale:	11.0 km	Profondeur maximale:	30.5 m
Largeur maximale:	1.2 km	Profondeur moyenne:	15.3 m

BASSIN

Superficie:	180.5 km^2	Nombre de lacs:	1
Nombre d'affluents:	3	Fréquence des lacs: (n/km^2)	0.01

Figure 15

Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac de l'Est.



5.4.2 Qualité de l'eau (tableau 18)

L'eau du lac de l'Est est moyennement minéralisée (35 à 58 μS/cm), douce et peu alcaline. La couleur y est assez élevée avec une valeur médiane de 45 unités de Pt-Co en 1982. Les ions majeurs sont présents à des niveaux naturels. Toutefois, les ions sulphates sont présents à une valeur moyennement élevée (Potvin, P., et Magny, Y., 1980).

Les éléments nutritifs sont présents à de faibles niveaux et correspondent à des niveaux naturels, à l'exception d'une série d'échantillons pour le phosphore, en 1980. Le lessivage du sol causé par les 47.6 mm de pluie tombée les 5 et 6 juillet explique les valeurs élevées (95 et 91μ g/l) retrouvées le 8 juillet. Ces niveaux élevés n'ont pas été retrouvés en 1981 et 1982.

Nous n'avons pas détecté de bactéries coliformes, alors que des streptocoques d'origine fécale l'ont été, à un niveau peu élevé. Tel que rapporté par Blaise (1973), le rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux étant inférieur à 0.7, il y aurait une pollution d'origine animale. En ce qui concerne la consommation domestique, cette eau n'est pas potable. Les animaux peuvent s'y abreuver sans problèmes. La vie aquatique n'est pas menacée et les sports de contact peuvent y être pratiqués en toute quiétude.

TABLEAU 18

Données statistiques pour les échantillons d'eau du lac de l'Est pour 1980, 1981, 1982 (nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane)

ANNEES		1980				1981				1982			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		10	6.6	7.0	6.8	4	7.0	7.5	7.2	3	6.4	7.0	6.7
Conductivité	µS/cm	10	39	53	46	4	35	58	37	3	39	46	41
Turbidité	U.J.	10	0.5	1.4	0.85	3	0.4	2.5	0.8	3	0.4	5.1	0.5
Couleur	Pt-Co	10	25	50	30	3	30	50	40	3	37	105	45
SS fixes	mg/l	10	<1	<1	<1	3	<1	1	<1	3	<1	2	<1
SS totaux	mg/l	10	1	1	1	3	<1	3	1	3	<1	3	<1
Alc. total	mg/l	10	5.0	82.4	11.9	3	11.2	21.0	12.4	3	11.8	13.0	12.1
Dureté tot.	mg/l	10	17.2	120.6	20.65	3	12.2	26.9	19.9	3	21.1	31.6	28.2
NO_2-NO_3	mg/l N	10	0.10	0.22	0.16	3	0.10	0.13	0.12	3	0.11	0.19	0.13
TKN	mg/l N	10	0.10	0.72	0.24	2	0.23	0.36	0.30	3	0.15	0.28	0.18
NH_3	mg/l N	-	-	-	-	2	<0.1	<0.1	<0.1	1	<0.1	<0.1	<0.1
P total	µg/l P	10	18	95	50	3	15	22	21	3	20	22	20
TOC	mg/l	2	10	10	10	1	9	9	9	1	13	13	13
Coli. tot.	n/dl	2	<10	<10	<10	-	-	-	-	-	-	-	-
Coli. féc.	n/dl	2	<10	<10	<10	-	-	-	-	-	-	-	-
Stre. féc.	n/dl	2	10	30	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca dissous	mg/l	4	3.7	6.0	5.0	3	6.1	9.8	6.5	3	6.4	8.1	6.7
Mg dissous	mg/l	4	0.5	0.6	0.6	3	0.5	0.7	0.5	3	0.4	0.5	0.4
Na dissous	mg/l	4	0.6	0.7	0.6	3	0.6	0.7	0.6	3	0.4	0.5	0.5
K dissous	mg/l	4	0.22	0.27	0.25	3	0.2	0.2	0.2	3	0.3	0.3	0.3
Cl^- dissous	mg/l	4	0.8	1.0	0.9	3	0.7	0.8	0.7	3	0.6	0.7	0.7
$SO_4^=$ dissous	mg/l	4	5.7	6.0	5.9	3	4.9	7.0	4.9	3	4.9	5.8	5.3
Cd total	µg/l	-	-	-	-	1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Cu total	µg/l	-	-	-	-	1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Fe total	µg/l	-	-	-	-	1	110	110	110	2	69	89	79
Hg total	µg/l	-	-	-	-	1	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	-	-
Mn total	µg/l	-	-	-	-	1	20	20	20	1	12	12	12
Ni total	µg/l	-	-	-	-	1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Pb total	µg/l	-	-	-	-	1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Zn total	µg/l	-	-	-	-	1	2	2	2	-	-	-	-

5.4.3 Niveau trophique

Profils du lac:

Nous avons effectué des mesures aux sites identifiés LE-A et LE-B à la figure 15. Les valeurs obtenues nous ont permis d'établir les profils illustrés aux figures 16 et 17. Les courbes de température ne nous montrent pas qu'il y a de stratification thermique bien définie. Il se peut que la date tardive (27 août) à laquelle nous avons effectué les mesures, de même que la mauvaise température de l'été 1981, soient responsables de cette condition. Les valeurs d'oxygène dissous sont assez stables dans toute la colonne d'eau. A la station LE-A, la courbe est de type orthograde et à la station LE-B, elle est clinograde. Les valeurs mesurées pour le pH sont constantes de la surface au fond du lac. La conductivité est également uniforme dans toute la colonne d'eau, aux deux stations.

Les analyses faites en laboratoire ne nous montrent pas de différences notables entre les deux endroits.

Cote trophique:

Le niveau trophique du lac a été déterminé dans les deux bassins. Nous avons fait le calcul en utilisant la profondeur moyenne de tout le lac, dans un premier temps, puis en ayant recours à la profondeur moyenne de chacun des bassins, dans un second temps. Le tableau 19 nous indique quelles sont les valeurs utilisées dans les calculs et les résultats obtenus.

figure 16

LAC DE L'EST STATION A (1981-08-27)

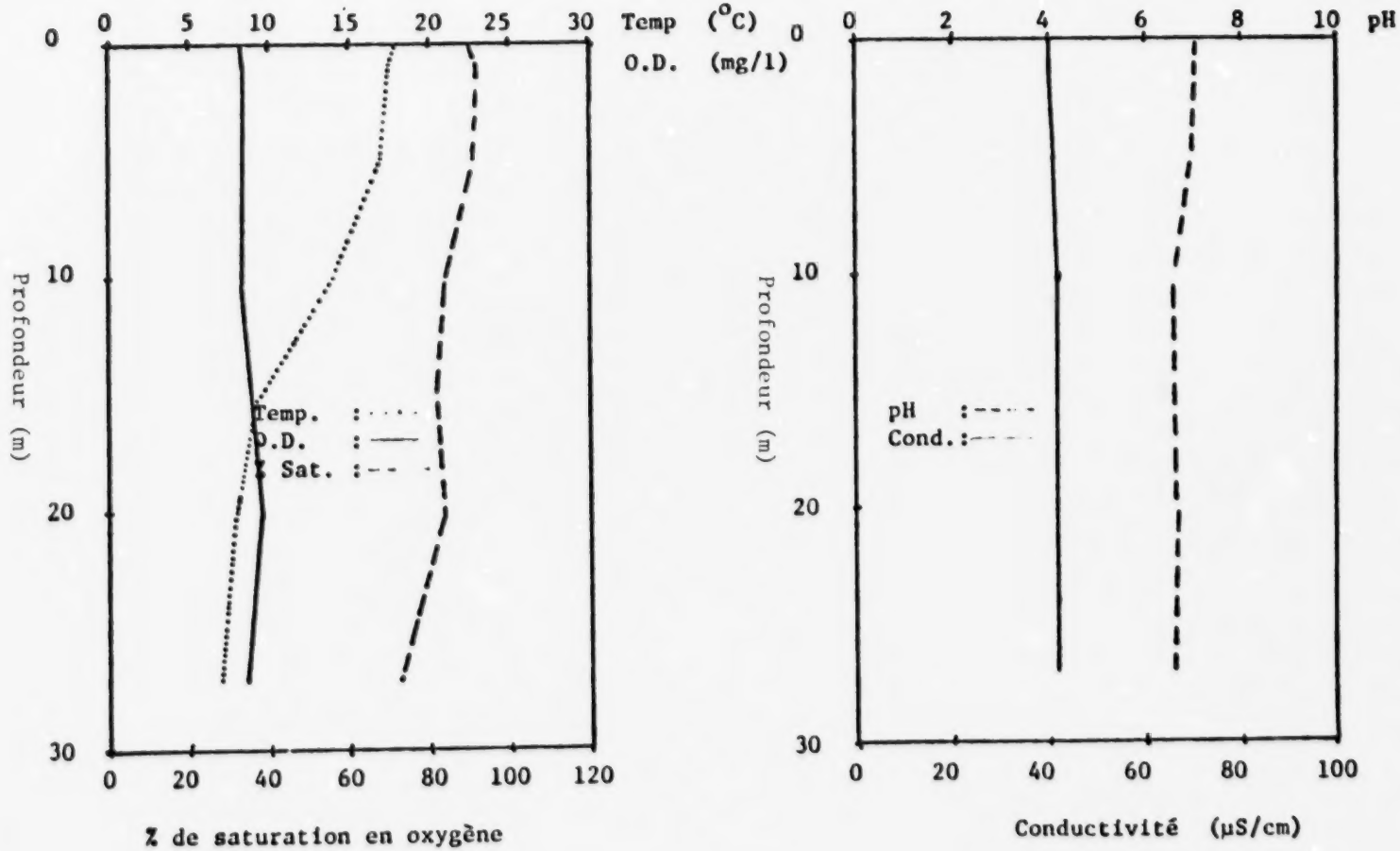


figure 17

LAC DE L'EST STATION B (1931-08-27)

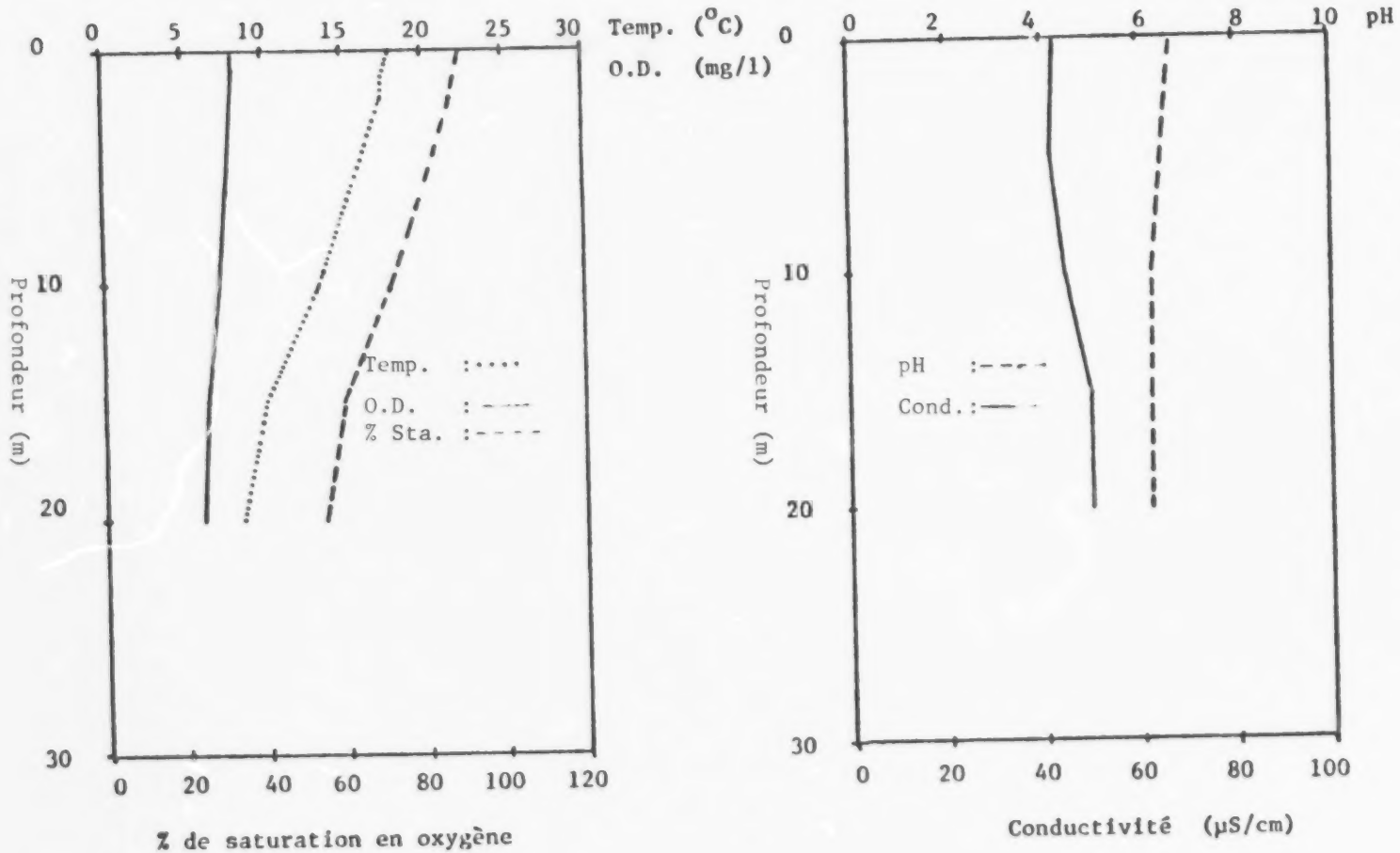


TABLEAU 19

Cotes trophiques calculées et valeurs utilisées pour les obtenir

Paramètre \ Station	LE-A		LE-B	
Transparence (m)	3.6		3.3	
Poids sec seston (mg/m^3)	12		36	
% Saturation en O_2	37		55	
Profondeur moyenne (m)	15.3(1)	17.2(2)	15.3(1)	12.3(2)
CT_4	2.0	1.8	2.9	3.2

Remarques: (1) Profondeur moyenne du lac au complet
(2) Profondeur moyenne du sous-bassin

Des valeurs calculées de 1.8 et 3.2 pour les cotes trophiques nous indiquent que le lac est au stade β-oligotrophe et γ-oligotrophe (figure 4). En utilisant d'autres paramètres (tableau 5), nous pouvons également dire que le lac est au stade oligotrophe. Ce plan d'eau ne présente pas de problèmes majeurs et il est en bonne condition.

La différence de cote calculée entre les deux bassins est due à la profondeur plus faible du bassin B, à sa plus grande productivité (poids de seston supérieur, oxygène dissous inférieur), à la regénération des nutriants plus élevée.

5.4.4 Substances toxiques (tableau 20)

Les sédiments:

Lors de nos tournées d'échantillonnage, nous avons observé que le sable compose la majeure partie du sol autour du lac. Cela se réflète dans la granulométrie des sédiments du lac prélevés en 1980. En effet, ils sont principalement composés de sable, avec un peu d'argile et de limon. Cette prédominance du sable (74 et 84 %) n'est pas naturelle pour les sédiments d'un lac. Toutefois, ces valeurs ont été confirmées lors d'analyses granulométriques de sédiments prélevés en 1981 dans le cadre du programme national pour les hydrocarbures polyaromatiques (PAH) (rapport à être publié).

TABLEAU 20

Résultats analytiques des sédiments

et des poissons prélevés au lac de l'Est

Milieux		Sédiments		Poissons	Pélécypodes
Paramètres	Unités	LE-1	LE-2	LE-1	LE-1
Gravier	%	0.1	0.2	-	-
Sable	%	83.5	73.6	-	-
Limon	%	10.9	13.6	-	-
Argile	%	5.5	12.6	-	-
Carbone total	%	1.74	7.45	-	-
Carbone organique	%	1.74	7.45	-	-
Azote total	%	0.13	0.51	-	-
Fer	%	2.6	7.3	-	-
Cadmium	mg/kg	<5	<5	0.1	0.6
Cuivre	mg/kg	45	80	1.0	0.6
Chrome	mg/kg	-	-	<0.6	0.3
Manganèse	mg/kg	550	3740	-	-
Mercure	mg/kg	0.060	0.295	-	-
Nickel	mg/kg	795	1165	<0.2	0.2
Plomb	mg/kg	<11	35	<0.6	1.4
Zinc	mg/kg	240	550	140.6	16.3
PCB	µg/kg	<10	<10	<10	-
DDT total	µg/kg	2	3	7	-
Chlordane	µg/kg	<1	<1	1	-
Dieldrine	µg/kg	<1	<1	3	-
Endrine	µg/kg	<1	<1	<1	-
HCB	µg/kg	<1	<1	1	-

Le carbone organique est présent en plus grande quantité à la station LE-2 et expliquerait les teneurs en métaux plus élevées à cette station qu'à LE-1. Les métaux sont quand même retrouvés à des niveaux naturels pour les sédiments, à l'exception du nickel qui présente des valeurs très élevées avec 800 ppm. Nous n'avons pas trouvé d'explications à ces résultats élevés. Les PCB et les organo-chlorés n'ont pas été détectés dans les sédiments du lac de l'Est.

Les poissons:

Les produits organiques ont été détectés dans les poissons cueillis au lac de l'Est aux niveaux de traces. Les quantités retrouvées sont minimes et ne présentent pas de problèmes pour la consommation.

Les métaux lourds ne nous montrent pas de valeurs extrêmes, à l'exception de la teneur en zinc, qui atteint 140 mg/kg. Ce niveau dépasse la norme de mise en marché pour le poisson. Il est possible qu'une contamination se soit produite lors de l'analyse, d'autant plus que les moules prélevés à cet endroit ne présentaient pas de valeurs élevées.

5.5 Lac Beau

5.5.1 Description du lac (tableau 21)

Le lac Beau est un lac de forme allongée et fait partie du bassin versant de la rivière Saint-Jean. Son bassin hydrographique est relativement grand, avec tout près de 1200 km^2 . Son affluent, la rivière Saint-François, recueille les eaux du lac Pohénégamook situé à une quarantaine de kilomètres en amont et les égouts de trois villages. La région drainée par cette partie de la rivière et ses tributaires, est fortement exploitée par l'agriculture du côté canadien. L'industrie forestière est la seule forme d'exploitation du territoire américain adjacent. L'exutoire du lac, également appelé rivière Saint-François, se jette dans la rivière Saint-Jean, à environ trente kilomètres en aval du lac Beau. Il traverse une région boisée et montagneuse.

Le périmètre du lac est inoccupé, à l'exception du côté nord-est où se trouvent quelques habitations. Le lac est utilisé pour la pêche sportive et un peu de baignade.

Les figures 18 et 19 situent les stations d'échantillonnage du réseau de qualité (LB-1 à LB-3) et de l'étude trophique (LB-A et LB-B) sur les cartes bathymétriques du lac.

TABLEAU 21

Caractérisation physique du lac Beau

et de son bassin hydrographique

Nom du lac:	Beau	Canton:	Botsford
Comté:	Témiscouata	Latitude:	47° 20' 48" N
Bassin hydrographique:	Rivière Saint-Jean	Longitude:	69° 03' 12" O

LAC

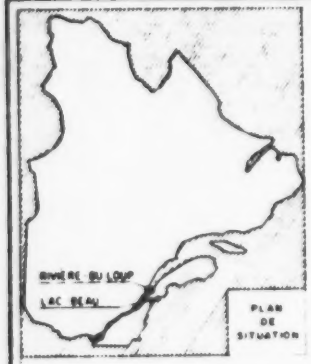
Altitude:	177 m	Rapport d'allongement:	6.0
Superficie:	7.2 km^2	Rapport périmètre/surface:	2.4
Périmètre:	17.2 km	Volume: :	$16.9X10^7$ m^3
Longueur maximale:	7.2 km	Profondeur maximale:	54.0 m
Largeur maximale:	1.2 km	Profondeur moyenne:	23.6 m

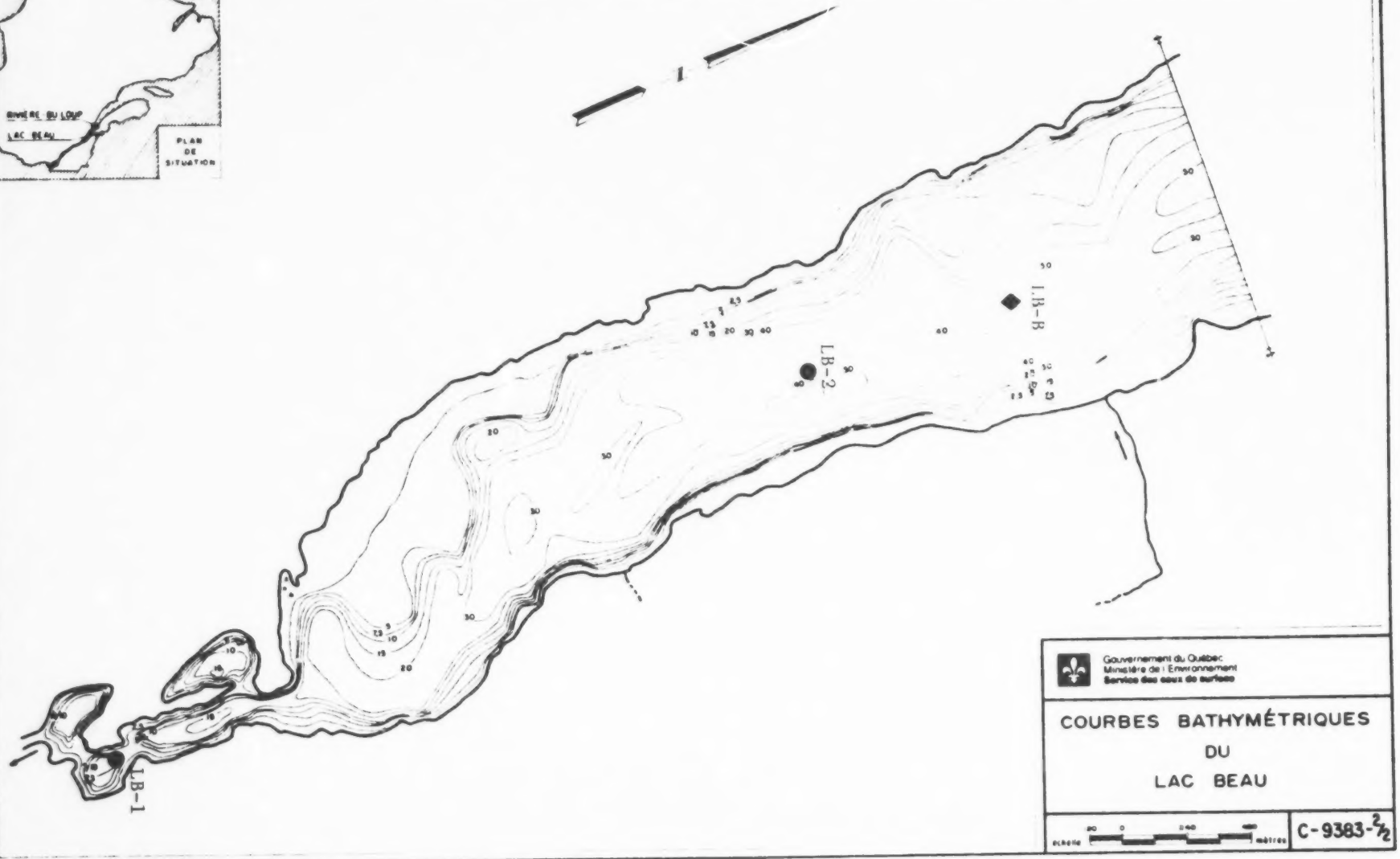
BASSIN

Superficie:	1196.6 km^2	Nombre de lacs:	28
Nombre d'affluents:	2	Fréquence des lacs: (n/km^2)	0.02

Figure 18

Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac Beau.

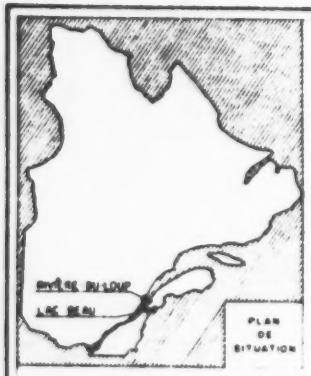


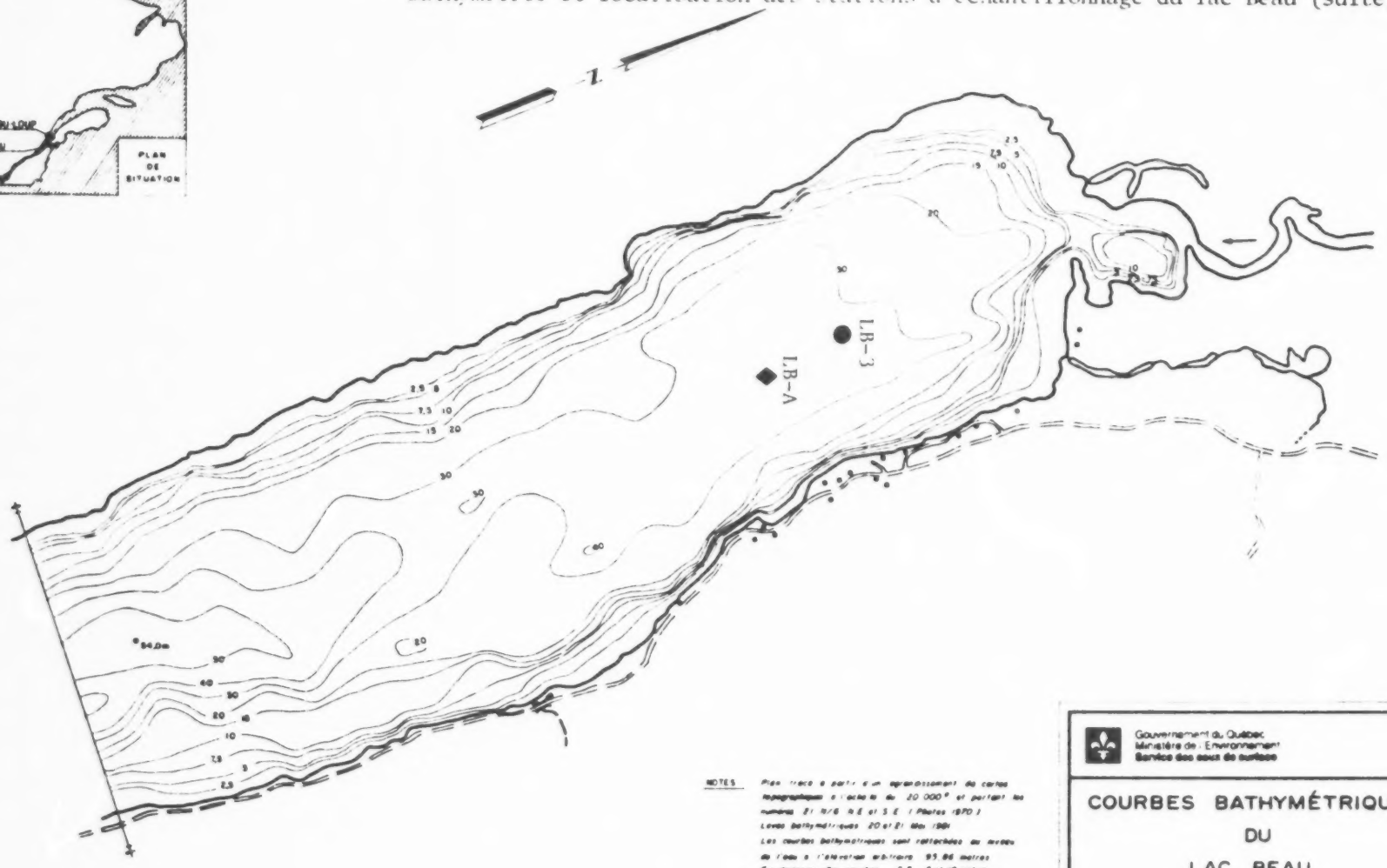


Dépôt légal 4e trimestre 1988 , Bibliothèque nationale du Québec

Figure 19

Bathymétrie et localisation des stations d'échantillonnage du lac Beau (suite)





Dépôt légal 4e trimestre 1988 . Bibliothèque nationale du Québec

5.5.2 Qualité de l'eau (tableau 22)

L'eau du lac Beau présente une conductivité assez élevée (80 à 110 μS/cm), nous indiquant une minéralisation relativement forte. Toutefois, les valeurs obtenues pour l'alcalinité et la dureté nous montrent une eau peu alcaline et plutôt douce. En ce qui concerne les ions majeurs, le calcium est l'élément dominant, suivi des sulphates et des chlorures, à des niveaux naturels (Mc Neely et al., 1980).

Les éléments nutritifs sont détectés à des niveaux variables dans le temps et il est difficile d'en établir un patron. Les valeurs les plus élevées sont retrouvées en juillet pour le phosphore. Nous n'avons pas détecté de valeurs supérieures pour le phosphore à la station LB-3, située près de l'embouchure de la rivière Saint-François, bien qu'elle soit polluée par les égouts domestiques et puisse en amener de fortes quantités. Pour l'azote, les valeurs trouvées sont faibles.

En 1980, nous avons détecté des bactéries coliformes, dont celles d'origine fécale, ainsi que des streptocoques fécaux à des niveaux élevés pour un plan d'eau aussi peu exploité et développé que le lac Beau. On peut supposer qu'elles provenaient de la rivière Saint-François laquelle est gravement polluée (Sloterdijk, 1981). En 1981, nous n'en avons pas détecté lors des analyses.

En ce qui regarde les différents usages que l'on pourrait faire de l'eau du lac Beau (tableau 3), il faudrait la traiter pour pouvoir la consommer, alors que les animaux peuvent le faire directement.

TABLEAU 22

Données statistiques pour les échantillons d'eau du lac Beau pour les années 1980, 1981, 1982 (nombre d'échantillons, minimum, maximum et médiane)

ANNEES		1980				1981				1982			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		15	7.0	7.4	7.2	4	7.3	7.6	7.4	3	6.3	7.7	7.5
Conductivité	µS/cm	15	78	110	89	4	75	82	79	3	60	96	89
Turbidité	U.J.	15	0.8	2.0	1.4	4	1.2	13.0	2.4	3	0.8	8.6	0.9
Couleur	Pt-Co.	15	25	35	30	4	25	45	35	3	28	85	33
SS fixes	mg/l	15	<1	<1	<1	3	<1	1	<1	3	<1	4	<1
SS totaux	mg/l	15	<1	2	1	3	<1	2	2	3	1	5	2
Alc. tot.	mg/l	15	12.6	33.5	30.6	4	26.7	33.5	31.1	3	27.5	35.3	34.8
Dureté tot.	mg/l	15	30.3	42.8	38.6	4	34.1	46.0	39.8	3	28.4	43.9	41.1
NO_2-NO_3	mg/l N	15	0.07	0.14	0.12	-	-	-	-	3	0.10	0.22	0.14
TKN	mg/l N	-	-	-	-	3	0.23	0.32	0.24	3	0.17	0.46	0.33
NH_3	mg/l N	-	-	-	-	3	<0.1	<0.1	<0.1	1	0.04	0.04	0.04
P total	µg/l P	15	11	113	29	4	24	35	29	3	15	30	30
TOC	mg/l	3	11.0	12.0	12.0	2	3.8	11.0	7.4	1	9.2	9.2	9.2
Coli. tot.	n/dl	3	190	920	230	1	<10	<10	<10	-	-	-	-
Coli. féc.	n/dl	3	10	20	20	1	<10	<10	<10	-	-	-	-
Stre. féc.	n/dl	3	<10	30	<10	1	<10	<10	<10	-	-	-	-
Ca dissous	mg/l	6	7.0	13.6	10	4	9.3	13.7	12.5	3	10.5	14.7	14.6
Mg dissous	mg/l	6	1.0	1.3	1.2	4	0.9	1.1	1.0	3	0.8	1.0	0.9
Na dissous	mg/l	6	1.9	2.6	2.1	4	1.8	2.0	1.8	3	1.5	1.8	1.8
K dissous	mg/l	6	0.30	0.30	0.30	4	0.30	0.40	0.30	3	0.40	0.60	0.40
Cl^- dissous	mg/l	6	2.2	2.5	2.3	4	2.3	2.4	2.4	3	1.8	2.2	1.9
$SO_4^=$ dissous	mg/l	6	6.5	6.7	6.7	4	5.2	6.6	5.6	3	5.5	5.7	5.6
Cd total	µg/l	-	-	-	-	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Cu total	µg/l	-	-	-	-	2	<1	1	<1	2	<1	<1	<1
Fe total	µg/l	-	-	-	-	2	119	165	142	2	127	146	137
Hg total	µg/l	6	<0.01	<0.01	<0.01	1	<0.01	<0.01	<0.01	1	<0.01	<0.01	<0.01
Mn total	µg/l	-	-	-	-	2	12	25	19	2	24	24	24
Ni total	µg/l	-	-	-	-	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Pb total	µg/l	-	-	-	-	2	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1
Zn total	µg/l	-	-	-	-	2	<1	2	1	-	-	-	-

La vie aquatique ne semble pas menacée, les différents paramètres dont on tient compte étant à des niveaux tolérables, à l'exception du phosphore qui présente des valeurs légèrement élevées pour un lac.

Pour les sports de contact, telle la baignade, cette eau pourrait présenter un danger avec un taux maximal de coliformes totaux de 930/dl en 1980. Il faut cependant dire que cette valeur est unique et n'est pas valable statistiquement (Sloterdijk, 1981).

En 1981, nous n'avons pas détecté de bactéries lors de l'analyse de l'eau du lac.

5.5.3 Niveau trophique

Profils du lac:

Les mesures effectuées aux stations LB-A et LB-B (figures 18 et 19) nous ont permis d'établir les profils illustrés aux figures 20 et 21. La stratification du lac n'est pas aussi prononcée que celle montrée à la figure 7 pour le lac Wallace. La mauvaise température (froid, beaucoup de pluie) que l'on a connue en 1981 peut être responsable de ce phénomène. La courbe d'oxygène dissous est stable sur toute la profondeur et le pourcentage de saturation en oxygène est constant aux environs de 80 %. De même, les valeurs mesurées pour le pH et la conductivité sont constantes. Les valeurs observées aux deux sites de prélèvements sont identiques pour les cinq paramètres, à l'exception de la profondeur qui est plus faible à la station B.

figure 20

LAC BEAU STATION A (1981-08-26)

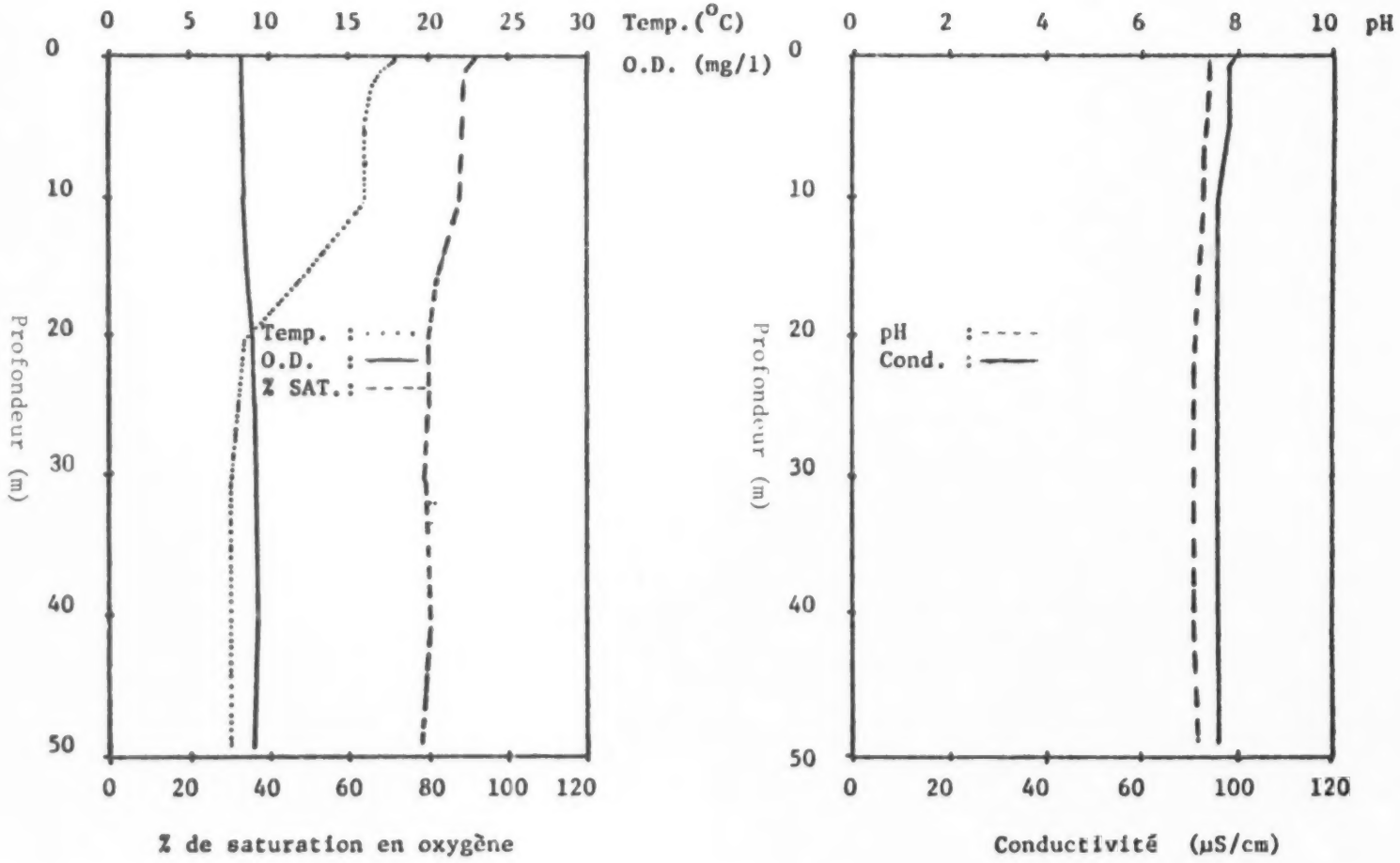
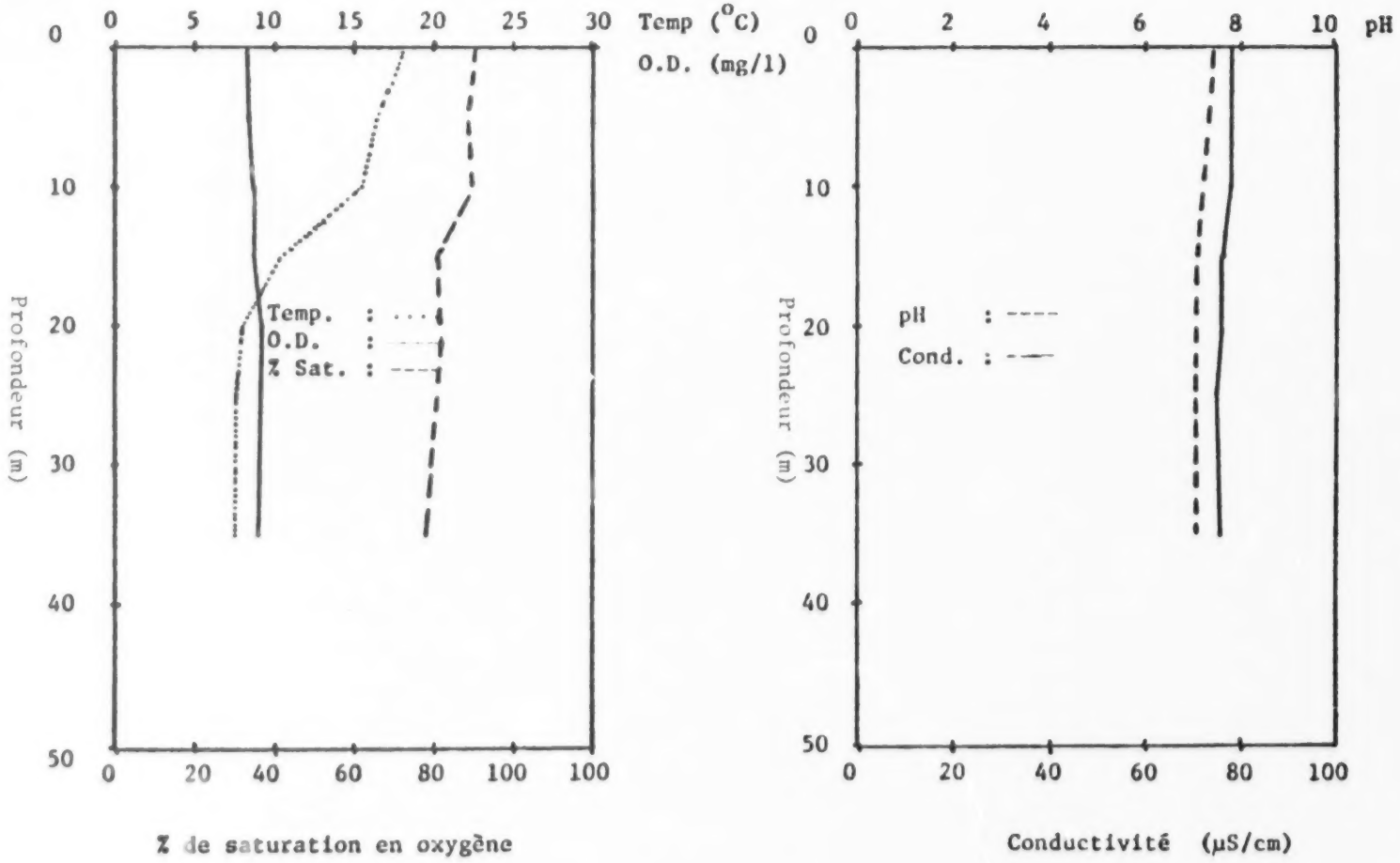


figure 21

LAC BEAU STATION B (1981-08-26)



Les analyses effectuées en laboratoire pour les échantillons pris à diverses profondeurs ne nous montrent pas de différences, tant au niveau horizontal que vertical. Ces résultats sont donnés en annexe 8.

Cote trophique:

Nous avons déterminé le niveau trophique du lac Beau pour les deux endroits étudiés. Le tableau 13 indique les différentes valeurs des paramètres utilisés et les cotes obtenues.

TABLEAU 23

Cotes trophiques calculées et
valeurs utilisées pour les obtenir

Paramètre \ Stations	LB-A	LB-B
Transparence (m)	3	3
Poids sec seston (mg/m^3)	103	148
% Saturation en O_2	78	78
CT_4	2.2	2.7

Avec des cotes de 2.2 et 2.7, le lac se situe au niveau β-oligotrophe et γ-oligotrophe (figure 4). Cependant, en tenant compte des paramètres supplémentaires (tableau 5), le lac se situerait plutôt au niveau mésotrophe. Le modèle mathématique n'étant possiblement pas parfait, les paramètres et les niveaux des paramètres considérés variant selon les auteurs, cela expliquerait les différences obtenues dans la classification trophique.

La rivière Saint-François peut être responsable des niveaux trophiques retrouvés au lac Beau, à cause de l'apport de matières eutrophisantes qu'elle y amène.

5.5.4 Substances toxiques (tableau 24)

Les sédiments:

Les sédiments du lac Beau sont de nature lacustre, le limon et l'argile prédominant dans leur composition. Les résultats de la granulométrie nous indiquent que le sable est présent en plus grande quantité à la station LB-3. Ceci illustre bien l'effet de sédimentation qui se produit dans le lac, près de l'embouchure de la rivière Saint-François.

Les résultats pour le carbone organique total nous montrent des valeurs peu élevées, avec 2.4 et 1.7 % aux deux stations et indiquent un lac peu productif, ce qui correspond aux valeurs observées pour un lac oligotrophe. En ce qui concerne les métaux, ils sont retrouvés à des

TABLEAU 24

Résultats analytiques des sédiments

et des poissons prélevés au lac Beau

Milieux		Sédiments		Poissons		Pélécypodes
Paramètres	Unités	LB-2	LB-3	LB-1	LB-2-3	
Gravier	%	0.1	0.0	-	-	-
Sable	%	21.0	38.3	-	-	-
Limon	%	44.3	51.2	-	-	-
Argile	%	34.6	10.4	-	-	-
Carbone total	%	2.40	1.70	-	-	-
Carbone organique	%	2.38	1.69	-	-	-
Azote total	%	0.21	0.13	-	-	-
Fer	%	6.0	3.5	-	-	-
Cadmium	mg/kg	<5	<5	0.02	0.04	0.35
Cuivre	mg/kg	39	20	0.4	1.1	0.9
Chrome	mg/kg	-	-	<0.6	<0.6	0.4
Manganèse	mg/kg	10500	615	-	-	-
Mercure	mg/kg	0.120	0.185	-	-	-
Nickel	mg/kg	220	130	0.2	<0.2	0.3
Plomb	mg/kg	15	15	<0.6	<0.6	1.6
Zinc	mg/kg	190	535	17.6	43.2	16.8
PCB	µg/kg	<10	<10	<10	19	-
DDT (total)	µg/kg	4	1	9	5	-
Chlordane	µg/kg	1	<1	1	1	-
Dieldrine	µg/kg	<1	<1	1	<1	-
Endrine	µg/kg	<1	<1	<1	<1	-
HCB	µg/kg	<1	<1	<1	<1	-

niveaux naturels. Il semble y avoir apport de zinc et de mercure par la rivière. Il n'y a pas eu de PCB détectés et quelques organochlorés l'ont été à des niveaux très près de la limite de détection.

Les poissons:

Les poissons capturés près de l'embouchure de la rivière Saint-François étaient plus contaminés par les produits organiques (PCB et pesticides) que ceux capturés plus loin dans le lac. Ceci indique un apport de ces produits par la rivière. Egalement, le zinc est retrouvé à un taux plus élevé chez les poissons capturés près de l'embouchure de la rivière, mais ne dépasse pas la norme de mise en marché avec une valeur de 45 mg/kg. Le cuivre, avec 1 mg/kg, respecte la norme de 100 mg/kg et le cadmium, à 0.02 et 0.04 mg/kg, est retrouvé à un taux normal pour les poissons. Le plomb est sous la limite de détection.

6- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

6- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La qualité de l'eau des cinq lacs à l'étude est généralement bonne, à l'exception du phosphore. Ce paramètre présente des valeurs qui indiquent que les lacs subissent des influences humaines.

Des trois plans d'eau pour lesquels nous avons fait une étude trophique, les calculs des cotes trophiques nous indiquent que le lac Wallace est celui qui est le plus touché par l'eutrophisation. Les valeurs obtenues nous montrent que le lac est dans la phase mésotrophe, en voie d'eutrophisation. L'agriculture le long de ses tributaires et la villégiature autour du lac peuvent contribuer à son vieillissement.

Le lac Beau, peu exploité, se situe au stade oligotrophe d'après les calculs de cotes trophiques. En tenant compte de certains paramètres supplémentaires cités à la section 4.2, il se trouverait en transition entre les stades oligotrophe et mésotrophe. Il se pourrait que les apports de matière nutritives provenant de la rivière Saint-François puissent être responsables de l'accélération du vieillissement de ce lac.

En ce qui concerne le lac de l'Est, les calculs nous indiquent qu'il est oligotrophe. Son niveau trophique ne semble pas affecté par les activités humaines.

Les mauvaises conditions météorologiques observées en 1981, associées à la date tardive à laquelle les relevés sur le terrain ont été faits, surtout aux lacs Beau et de l'Est, sont probablement responsables

de la faible stratification thermique observée à ces deux endroits. Nous recommandons d'y refaire un relevé au début du mois d'août, alors que la température dans cette région serait plus propice au maintien de la thermocline et que la stratification serait maximale. Nous pourrions ainsi vérifier les résultats obtenus et avoir un suivi de ces deux lacs.

Le lac Frontière, pour lequel nous n'avons pas fait l'étude trophique comme telle, semble être au niveau mésotrophe en considérant certains paramètres, et eutrophes selon d'autres. Nous recommandons d'aller et de mesurer les profils pour établir son niveau trophique.

Le lac Memphrémagog représente un cas particulier. Sa morphologie, le développement et l'utilisation variée de ses berges en font un lac eutrophe au sud, oligotrophe au centre et mésotrophe au nord, tel que rapporté dans des études antérieures.

Du point de vue sédiments, le lac Beau est contaminé par le zinc et le mercure. Ces deux métaux sont probablement amenés par les eaux de la rivière Saint-François. Le lac Memphrémagog présente des valeurs élevées pour le mercure, le cuivre et le plomb. Les produits organiques sont également décelés, à de faibles niveaux dans les cinq lacs traités.

Nous recommandons de retourner à ces différents plans d'eau dans quelques années et de refaire l'étude trophique, de reprendre des échantillons de sédiments et de poissons pour suivre l'évolution des différents contaminants qui y ont été détectés.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1967. Geology of Canada. Department of Energy, Mines and Resources; 17 p.

Anonyme, 1975. La gestion de la qualité des eaux du lac Memphrémagog. Groupe de travail intergouvernemental au comité du lac Memphrémagog; 27 p.

Anonyme, 1976. Quality Criteria for Water. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.; 256 p.

Anonyme, 1981. Répertoire des municipalités du Québec. Gouvernement du Québec, Ministère des Affaires municipales, Direction des communications; 533 p.

Anonyme, 1979. Analytical Methods Manual, 1979. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada

Anonyme, 1983. Sampling for Water Quality. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Ottawa; 55 p.

Armstrong, R.W. et Sloan, R., 1980. Trends in Levels of Several Known Chemical Contaminants in Fish from New-York State Waters. Bulletin of Environmental Protection. Division of Fish and Wildlife

Bernier, L., 1981. Documentaire socio-économique sur les bassins limitrophes Canada - Etats-Unis. Direction des eaux intérieures, région du Québec; 98 p.

Blaise, C.R., 1973. Degradative Microorganism in the Ottawa River, pp. 49-55. Thèse de maîtrise, Université d'Ottawa

Carlson, R.E., Kalff, J. et Legget, W.C., 1979. The Phosphorus and Nitrogen Budgets of Lake Memphremagog (Québec-Vermont); with a Predictive Model of its Nutrients Concentrations following Sewage Removal. Inland Waters Directorate, contract OSU5-0157, Fisheries and Environment Canada, Ottawa; 1979

Couture, P., R. Shoenert et R. Van Coillie, 1982. Détermination et caractérisation de la fertilité et de la toxicité potentielle de quelques rivières transfrontalières Canada/Etats-Unis. Rapport technique, Eco-Recherches Inc., Pointe Claire; 37 p.

Dupont, C.J., Pagé, Y.L. et Demers, R., 1974. Qualité des eaux du lac Memphrémagog. Etude complémentaire, Services de protection de l'Environnement; 103 p.

Falk, M.R., M.D. Miller et S.J.M. Kostiuk, 1973. Biological Effects of Mining Wastes in the Northwest Territories. Technical Report Series No.: CEN/T-73-10, Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Fisheries Operations Directorate, Central Region

Janson, M. et Sloterdijk, H., 1982. Données sur la qualité des eaux de surface, Fleuve Saint-Laurent, Québec, 1950-1980. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Section des relevés, Région du Québec; 251 p.

Legendre, P., A. Chodorowski, W. Chodorowska, P. Pichet et P. Potvin, 1980. Qualité des eaux, interprétation des données lacustres (1971-1977). Ministère de l'Environnement, Direction générale des inventaires et de la recherche, Service Qualité des eaux; 409 p.

Mathieu, P., P. Gentes et J.P. Gauthier, 1979. Méthode numérique d'évaluation de l'état trophique des lacs. Ministère des Richesses naturelles, Gouvernement du Québec; 57 p.

Mc Neely, R.N., V.P. Numanis et L. Dwyer, 1980. Références sur la qualité des eaux, Guide des paramètres de la qualité des eaux. Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Canada; 100 p.

Morse, J.W. et P. Howard Flanders, 1971. Primary Productivity Study of Three Vermont Lakes. Agency of Environmental Conservation, Department of Water Resources, Water Supply and Pollution Control Division, Vermont; 51 p.

Pagé, Y.L., 1971. Etude de la qualité des eaux du lac Memphrémagog. Résumé du rapport, Régie des eaux du Québec; 39 p.

Potvin, P. et Y. Magny, 1980. Etude de la qualité du milieu aquatique pour 20 lacs. Gouvernement du Québec. Ministère de l'Environnement, Direction générale des inventaires et de la recherche; 229 p.

Scwoerbel, J., 1970. Methods of Hydrobiology (Fresh Water Biology). Pergamon Press, Oxford; 200 p.

Sloterdijk, H., 1977. Accumulation des métaux lourds et des composés organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent. Rapport technique no. 7, Comité d'étude du fleuve Saint-Laurent, Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche; 181 p.

Sloterdijk, H., 1981. Bacteriological Survey of the Saint-François River on the Quebec-Maine Border, July 1981. Environment Canada, Environmental Conservation Service, Inland Waters Directorate; 14 p.

Sloterdijk, H. et G. Guay, 1982. Interprétation des résultats des analyses de la qualité de l'eau des rivières transfrontalières du 45e parallèle. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec; 89 p.

Wetzel, R.G., 1975. Limnology. W.B. Saunders Company. Philadelphia; 743 p.

ANNEXE 1

ANNEXE 1

METHODOLOGIE ANALYTIQUE POUR L'EAU

Tests physiques

Couleur apparente (no NAQUADAT: 02011): Une aliquote de l'échantillon homogénéisé non filtré ou centrifugé, est prise et l'on en mesure l'absorbance avec un spectrophotomètre à 455 nm. On compare l'absorbance lue avec une courbe standard obtenue avec des solutions de différentes concentrations de chloroplatinate.

Conductivité spécifique (no NAQUADAT: 02041): On utilise un conductimètre du type pont de Wheatstone pour faire la mesure de la conductivité. On mesure également la température de l'échantillon et l'on corrige la conductivité obtenue pour donner le résultat à $25^{o}C$.

Turbidité (no NAQUADAT: 02073): Une aliquote de l'échantillon homogénéisé est utilisée pour mesurer la turbidité de l'échantillon. On calibre l'appareil avec une solution standard puis on fait la mesure de la lumière transmise par l'échantillon. On lit directement sur l'appareil la valeur obtenue.

Matières en suspension (no NAQUADAT: 10401 et 10501): Nous déterminons la quantité de matières solides en suspension dans un échantillon en filtrant sous pression réduite une aliquote de l'échantillon. Nous en déterminons la quantité de matières totales en séchant à $105^{o}C$ dans une étuve puis la quantité de matière "fixe" est déterminée après avoir placé le filtre dans une fournaise à $550^{o}C$ pour 1 heure.

Tests chimiques pour constituants inorganiques

Alcalinité totale (no NAQUADAT: 10501): L'alcalinité totale est déterminée par titrage potentiométrique à pH: 4.5, puis à pH: 4.2 avec une solution d'acide sulfurique 0.01 N (normale). La standardisation de l'acide sulfurique se fait avec une solution de Na_2CO_3, 1.060 g/L, ce qui équivaut à 1 mg de $CaCO_3$/ml de solution.

pH (no NAQUADAT: 10301): Le pH est mesuré avec un pH mètre après standardisation avec deux solutions tampons.

Dureté (no NAQUADAT: 10603): La dureté des échantillons d'eau est déterminée en titrant avec l'EDTA, après avoir ajouté 2 ml d'une solution tampon contenant du chlorure d'ammonium, de l'hydro- xide d'ammonium et un sel de magnésium d'EDTA ainsi que quelques gouttes d'un indicateur, tel l'Eriochrome Noir "T". La standardi- sation du titrant EDTA est faite au moyen d'une solution de calcium et de magnésium.

Calcium (no NAQUADAT: 20103): Le calcium est analysé par absorption atomique en réglant l'appareil selon les recommandations du fabricant et en ajoutant l'équivalent de 0.2 g de Lanthane par 100 ml d'échantillon. On établit une courbe d'étalonnage avec des standards.

Magnésium (no NAQUADAT: 12102): Identique à l'analyse du calcium.

Sodium (no NAQUADAT: 11105): Le sodium est analysé par absorption atom que en suivant les recommandations du fabricant pour les différents ajustements. On établit une courbe d'étalonnage avec des standards.

Potassium (no NAQUADAT: 19102): Le potassium est analysé par absorption atomique en suivant les recommandations du fabricant pour les divers ajustements. On établit une courbe d'étalonnage avec des standards.

Chlorure (no NAQUADAT: 17203): Les ions chlorures sont analysés au moyen d'un système d'analyse automatique Technicon^{r} en utilisant du thiocyanate de mercure et du sulfate d'ammonium ferrique comme agents de développement de couleur. Les hauteurs de pics obtenues sont comparées aux hauteurs obtenues pour différentes concentrations de standards de chlorures.

Sulfate (no NAQUADAT: 16306): Les ions sulfates sont analysés au moyen d'un système d'analyses automatiques Technicon^{r} en utilisant le réactif Bleu de méthylthymol. Les réponses obtenues pour les échantillons sont comparées aux réponses données par des solutions standards.

Eléments nutritifs

Les nitrites-nitrates (no NAQUADAT: 07712): Les NO_2-NO_3 sont analysés colorimétriquement par système autoanalyseur Technicon^{r} en utilisant la colonne réductrice de cadmium. L'échantillon est automatiquement mélangé à une solution tampon de chlorure d'ammonium et d'hydroxyle d'ammonium, passé à travers la colonne de cadmium où les nitrates (NO_3) sont réduits en nitrites (NO_2), mélangé à une solution de sulfanilamide, de dihydrochlorure de n-l naphtyléthylènediamine et d'acide phosphorique, formant le complexe colorimétrique. Celui-ci est mesuré et comparé aux solutions standards.

Phosphore: Le phosphore est analysé sous deux formes, soit le phosphore total et le phosphore inorganique total.

Phosphore total (no NAQUADAT: 15406): L'échantillon est digéré à l'autoclave durant 30 minutes à 121^{o}C après lui avoir ajouté 0.2 g de persulfate de potassium. Ensuite au moyen d'un autoanalyseur, du molybdate d'ammonium et du tartrate d'antimonyle de potassium sont rajoutés à l'échantillon pour former un complexe chimique qui est ensuite réduit au moyen d'acide ascorbique à un complexe coloré bleu. Cette couleur, proportionnelle à la concentration de

phosphore, est mesurée à une longueur d'onde de 660 nm au moyen d'un colorimètre.

Le phosphore inorganique total (no NAQUADAT: 15301): Cette analyse s'effectue de la même façon que pour le phosphore total, à l'exception de la digestion préliminaire qui se fait sans ajout de persulfate de potassium.

Azote total Kjeldahl (no NAQUADAT: 07016): L'azote total Kjeldahl ou TKN représente la mesure de l'azote organique et de l'azote ammoniacal présents dans l'eau. Il est déterminé en digé- rant l'échantillon dans un milieu acide puis en mesurant par métho- de colorimétrique un complexe vert-émeraude formé par réaction de l'ammoniac avec du salicylate de sodium, du nitroprusside de sodium et de l'hypochlorite de sodium dans un milieu alcalin tamponné. La détection se fait à 660 nm.

Les métaux lourds

Aluminium (no NAQUADAT: 13003): A une aliquote de 100 ml d'échantillon 2 ml de 8-hydroxyquinoline sont ajoutés ainsi que 3 ml d'une solution-tampon d'acétate d'ammonium. Le pH est ajusté à 8.0 - 0.5 puis la solution est extraite avec 5 ml de chloroforme. La phase chloroformique est ensuite recueillie et l'analyse de l'aluminium extrait par le chloroforme se fait avec l'absorption atomique en utilisant une flamme acétylène-oxide nitreux.

Des standards sont traités de la même façon pour pouvoir quantifier l'aluminium présent dans les échantillons.

Manganèse (no NAQUADAT: 25004): 6 ml de réactif d'oxine (8-hydroxyquinoline dans du MIBK) sont ajoutés à 100 ml d'échantillon dont le pH a été ajusté entre 9 et 11. Le tout est agité durant cinq minutes puis on laisse les phases se séparer et l'on analyse le manganèse extrait avec le réactif d'oxine au moyen de l'absorption atomique.

Les métaux suivants sont analysés à partir de la même fraction d'échantillon tamponnée avec une solution d'acétate de sodium ajustée à pH: 4.75 avec de l'acide acétique, complexée par la suite avec une solution d'APDC (ammonium pyrrolidine dithiocarbomate) puis extraite avec du MIBK (méthyl-isobutyl-cétone). Les standards sont traités de façon identique. Voici les métaux ainsi traités.

Cadmium (no NAQUADAT: 48002)
Cuivre (no NAQUADAT: 29005)
Fer (no NAQUADAT: 26005)
Plomb (no NAQUADAT: 82002)
Nickel (no NAQUADAT: 28002)
Zinc (no NAQUADAT: 30005)

Le mercure (no NAQUADAT: 80111): Le mercure est analysé en utilisant la technique dite d'absorption atomique en vapeur froide. Cette analyse se fait avec un autoanalyseur de la façon suivante.

Les composés organiques du mercure présents dans l'échantillon sont oxydés en composés de mercure inorganique en chauffant en présence d'acide sulfurique, de permanganate de potassium et de persulfate de potassium. Après l'oxydation, l'excès de permanganate est réduit avec de l'hydroxilamine puis les composés inorganiques de mercure sont réduits avec du chlorure d'étain au mercure élémentaire. Celui-ci est désorbé de la solution avec de l'air et passé à travers une cellule d'absorption. L'absorbance est lue à 253.7 nm et les réponses obtenues sont comparées à une courbe standard.

Les organochlorés (OC) et les biphényles polychlorés (BPC)

Les OC et les BPC sont analysés en extrayant un échantillon d'eau avec de l'acétate d'éthyle, en purifiant et fractionnant l'extrait organique avec du florisil puis en séparant et quantifiant les fractions par chromatographie en phase gazeuse. Les concentrations

des produits sont déterminées à l'aide de solutions standards contenant divers produits à différents niveaux de concentrations. Voici la liste des produits ainsi analysés:

HCB (hexachlorobenzène)	(no NAQUADAT:	17811)
α - BHC (α- hexachlorocyclohexane)	(no NAQUADAT:	18075)
β - BHC	(no NAQUADAT:	18078)
γ - BHC	(no NAQUADAT:	18070)
δ - BHC	(no NAQUADAT:	18073)
Heptachlor	(no NAQUADAT:	18040)
Heptachlor Epoxide	(no NAQUADAT:	18045)
α- Chlordane	(no NAQUADAT:	18065)
γ - Chlordane	(no NAQUADAT:	18060)
Aldrine	(no NAQUADAT:	18130)
p,p' DDE	(no NAQUADAT:	19820)
p,p' DDD	(no NAQUADAT:	18010)
o,p' DDT	(no NAQUADAT:	18005)
p,p' DDT	(no NAQUADAT:	18000)
Dieldrine	(no NAQUADAT:	18150)
Endrine	(no NAQUADAT:	18140)
Methoxychlor	(no NAQUADAT:	18030)
Mirex	(no NAQUADAT:	18125)
α- Endosulfan	(no NAQUADAT:	18050)
γ - Endosulfan	(no NAQUADAT:	18055)
BPC total	(no NAQUADAT:	18164)

ANNEXE 2

ANNEXE 2

METHODOLOGIE ANALYTIQUE POUR LES SEDIMENTS

Caractérisation physique

% Eau: Le pourcentage en eau d'un sédiment est déterminé par séchage d'une certaine quantité connue (1 gramme) d'échantillon, soit en chauffant à l'étuve, soit en laissant évaporer à l'air. On en détermine le poids sec pour calculer la teneur en eau.

Granulométrie: Cette analyse s'effectue en tamisant un échantillon humide de sédiments. On utilise un jet d'eau pour faire passer la matière à travers les deux tamis. Le premier (10 mesh, 2 mm) retient le gravier et le second (230 mesh, 63μ) le sable. L'eau ayant servi à faire passer le sédiment à travers les tamis est récupérée. On détermine la quantité totale d'argile, de colloïdes et de limon de l'échantillon en faisant sécher une partie du liquide récupéré. A partir d'une autre aliquote du liquide, on détermine la quantité d'argile et de colloïdes présents dans l'échantillon à l'aide d'un hydromètre pour sol puis, par soustraction, on en obtient le limon.

Eléments nutritifs

Nous déterminons l'azote et le phosphore dans les sédiments de façon simultanée. L'échantillon est digéré en milieu acide en présence de persulfate de potassium et de peroxyde d'hydrogène.

L'azote: L'azote est déterminé à partir du digestat acide sous forme d'ammoniaque. Il réagit avec du salicylate de sodium, du nitroprusside de sodium et de l'hypochlorite de sodium dans un milieu alcalin tamponné à un pH de 12.8 - 13.0. Le complexe ammoniaque-salicylate formé est d'une couleur vert-émeraude et est détecté à 660 nm.

Le phosphore: Le phosphore, transformé sous forme d'orthophosphate par la digestion, forme un complexe bleu après réactions avec l'ion molybdène et l'ion antimoine, suivi d'une réduction avec l'acide ascorbique dans un milieu acide. Le complexe de phosphomolybdène ainsi formé est détecté à 660 nm.

C.H.N.: Le carbone, l'hydrogène et l'azote sont déterminés au moyen d'un analyseur "CHN". Cet appareil nous permet de déterminer le contenu en carbone total, en carbone inorganique et en azote total pour un échantillon préalablement séché au moyen d'un lyophilisateur.

Les métaux lourds

L'analyse pour les métaux lourds s'effectue sur un sédiment séché à froid (lyophylisé). Le contenu en métaux totaux est déterminé après digestion du sédiment au moyen d'acide chlorhydrique, nitrique et fluorhydrique. Cette digestion s'effectue dans un vase clos en teflon à 135°C durant une période de deux heures et demie. Après refroidissement, les fluorures qui ont précipité sont dissous au moyen de l'acide borique et l'on jauge le digestat à volume connu. Les métaux suivants peuvent ensuite être analysés par absorption atomique en suivant les recommandations du fabricant pour les différents ajustements:

cadmium, cuivre, fer, nickel, plomb, zinc.

Le mercure: Le mercure est analysé à partir d'un échantillon humide. Les formes inorganiques de mercure sont extraites alors que les formes organomercurielles sont oxidées par digestion au moyen d'acides sulfurique, nitrique et chlorhydrique ainsi que par du permanganate et du persulfate de potassium. L'ion mercurique précipité en même temps que l'oxyde de manganèse est remis en solution, lorsque l'on réduit le MnO_2 et l'excès de $KMnO_4$ au moyen d'une solution de sulfate d'hydroxylamine et de chlorure de sodium. Par la suite, dans un système automatisé, on réduit le mercure sous forme élémentaire au moyen de chlorure d'étain et on le

désorbe avec de l'air pour le mesurer dans une cellule d'absorption atomique.

Biphényles polychlorés et pesticides organochlorés

Cette analyse se fait en extrayant le sédiment humide avec de l'acétonitrile au moyen d'un homogénéiseur à ultra-son, en purifiant et séparant les divers produits au moyen du florisil et en quantifiant à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse. La quantification des PCB est basée sur un mélange 1:1:1 d'Arochlor 1242, 1254 et 1260 en utilisant la méthode de Webb et McCall*. Les OC sont quantifiés au moyen de solutions standards contenant les différents produits à différents niveaux de concentrations. Les résultats sont exprimés sur une base sèche. Voici la liste des OC ainsi analysés:

HCB (hexachlorobenzene)	p,p' DDE
α- BHC (α- hexachlorocyclohexane)	p,p' DDD
β- BHC	o,p' DDT
γ- BHC	p,p' DDT
δ- BHC	Dieldrine
Heptachlor	Endrine
Heptachlor Epoxide	Méthoxychlor
Aldrine	Mirex
α- Chlordane	α- Endosulfan
γ- Chlordane	γ- Endosulfan

* Webb, R.G. et A.C. McCall. 1973, J. Chromatogr. Sci. 11: 366-373

ANNEXE 3

ANNEXE 3

METHODOLOGIE ANALYTIQUE POUR LES POISSONS

Pour effectuer des analyses pour des échantillons de poissons, il faut préalablement l'homogénéiser. Nous utilisons un hache-viande pour broyer le poisson et passons plusieurs fois l'échantillon au travers de l'appareil pour qu'il soit bien homogène.

%lipides: Cette analyse est effectuée par extraction au soxhlet à l'aide d'éther éthylique. Après l'extraction, l'éther est évaporé et la quantité de matière résiduelle est pesée. Elle représente la quantité de lipides contenus dans le poisson.

Les métaux lourds

Pour faire l'analyse des métaux présents dans le poisson, on calcine l'échantillon dans un four à 550°C puis on récupère les cendres avec de l'acide chlorhydrique dilué, on jauge à volume connu et l'on analyse les métaux au moyen de l'absorption atomique. Les métaux ainsi analysés sont les suivants:

cadmium, cuivre, fer, nickel, plomb, zinc.

Le mercure: Il est analysé à partir d'un échantillon de poisson homogénéisé. Il est digéré avec une solution d'acide sulfurique et nitrique, les organomercuriels sont ensuite oxydés avec du persulfate et du permanganate de potassium. L'excès d'oxydant est ensuite réduit avec une solution de sulfate d'hydroxylamine. Au moyen d'un système automatique d'analyses, une solution de chlorure d'étain est utilisée pour réduire le mercure à sa forme élémentaire qui est ensuite désorbé avec de l'air et passé à travers une cellule d'absorption atomique.

Biphényles polychlorés et organochlorés:

Pour cette analyse, un échantillon de poisson homogénéisé est extrait à l'acétonitrile, purifié sur florisil et quantifié par chromatographie en phase gazeuse. La quantification des OC se fait en comparant les réponses obtenues à celles de solutions standards contenant différents produits à différents niveaux de concentrations. Pour les PCB, on compare les réponses obtenues à celles d'un mélange d'Arochlor 1242: 1254: 1260 dans des proportions identiques (1:1:1). L'on quantifie selon la méthode développée par Webb et McCall*. Voici la liste des O.C. ainsi analysés:

HCB (hexachlorobenzene)	α- Chlordane
α- BHC	γ- Chlordane
β- BHC	p,p' DDE
γ- BHC	p,p' DDD
δ- BHC	o,p' DDT
Heptachlor	p,p' DDT
Heptachlor Epoxide	Dieldrine
Aldrine	Endrine
Méthoxychlor	α- endosulfan
Mirex	β- endosulfan

* Webb, R.G. et McCall, A.C., 1973. J. Chromatogr. Sci. 11: 366-373

ANNEXE 4

ANNEXE 4

Données statistiques sommaires des stations LW-1 et LW-2
pour 1979 (nombre d'échantillons,
minimum, maximum, médiane)

Station:		LW-1				LW-2			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		5	6.9	7.2	7.1	5	6.8	7.2	7.0
Conduct.	µS/cm	5	43	56	45	5	42	56	45
Turbidité	U.J.	5	0.4	2.1	0.8	5	0.3	2.8	0.7
Couleur	P+-Co	5	10	25	15	5	10	25	15
SS fixes	mg/l	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
SS totaux	mg/l	2	1	1	1	2	1	2	1.5
Alc. tot.	mg/l	5	10.5	15.6	12.0	5	10.0	16.2	13.5
Dur. tot.	mg/l	5	18.0	26.4	20.1	5	18.0	22.1	20.3
NO_2-NO_3	mg/l N	5	<0.01	<0.01	<0.01	4	<0.01	<0.01	<0.01
TKN	mg/l N	4	0.16	0.39	0.33	5	0.34	0.85	0.42
NH_3	mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-
P total	µg/l P	5	5	15	5	5	<5	13	<5
TOC	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Coli. tot.	n/dl	2	10	13	12	2	<10	10	<10
Coli. féc.	n/dl	2	<10	<10	<10	2	<10	<10	<10
Stre. féc.	n/dl	2	<10	<10	<10	2	<10	<10	<10
Ca dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Na dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
K dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl^- dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
$SO_4^=$ dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd total	µg/l	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Cu total	µg/l	2	1	1	1	2	<1	1	<1
Fe total	µg/l	2	30	90	60	2	26	86	66
Hg total	µg/l	4	0.01	0.02	0.02	4	<0.01	0.01	<0.01
Mn total	µg/l	2	22	71	47	2	22	87	45
Ni total	µg/l	2	1	1	1	2	<1	<1	<1
Pb total	µg/l	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Zn total	µg/l	2	6	11	9	2	2	12	7

N.B. * Lorsqu'il y a un tiret, il n'y a pas eu d'analyses effectuées.

ANNEXE 4 (suite)

Données statistiques sommaires des stations LW-3 et LW-4 pour 1979 (nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane)

Station:		LW-3				LW-4			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		5	6.7	7.2	7.1	5	6.7	7.2	7.0
Conduct.	µS/cm	5	41	56	45	5	42	55	46
Turbidité	U.J.	5	0.6	2.4	0.7	5	0.4	2.5	0.7
Couleur	Pt-Co	5	10	25	15	5	15	25	15
SS fixes	mg/l	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
SS totaux	mg/l	2	1	1	1	2	1	2	1.4
Alc. tot.	mg/l	5	10.8	14.0	11.6	5	8.0	15.0	10.8
Dur. tot.	mg/l	5	18.0	22.1	19.3	5	18.0	22.1	20.0
NO_2-NO_3	mg/l N	4	<0.01	<0.01	<0.01	4	<0.01	<0.01	<0.01
TKN	mg/l N	5	0.21	0.34	0.26	5	0.26	1.25	0.31
NH_3	mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-
P total	µg/l P	5	<5	28	11	5	<5	68	14
TOC	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	
Coli. tot.	n/dl	2	<10	30	18	2	10	30	20
Coli. féc.	n/dl	2	<10	<10	<10	2	<10	<10	<10
Stre. féc.	n/dl	2	<10	<10	<10	2	<10	<10	<10
Ca dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Na dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
K dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl^- dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
$SO_4^=$ dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd total	µg/l	2	<1	<1	<1	-	-	-	-
Cu total	µg/l	2	<1	1	<1	-	-	-	-
Fe total	µg/l	2	42	81	62	2	26	86	56
Hg total	µg/l	4	<0.01	<0.01	<0.01	4	<0.01	0.01	<0.01
Mn total	µg/l	2	22	75	49	2	22	67	45
Ni total	µg/l	2	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
Pb total	µg/l	2	<1	<1	<1	-	-	-	-
Zn total	µg/l	2	20	20	20	-	-	-	-

N.B. * Lorsqu'il y a un tiret, il n'y a pas eu d'analyses effectuées.

ANNEXE 4 (suite)

Données statistiques sommaires des stations LWT 0.1m et LW 5 pour 1982 (nombre d'échantillons, minimum, maximum, médiane)

Station:		LWT 0.1 m				LW-5			
Paramètres	Unités	Nombre	Min.	Max.	Méd.	Nombre	Min.	Max.	Méd.
pH		6	6.7	7.2	6.9	3	6.2	7.7	6.8
Conduct.	µS/cm	6	51	64	56	2	53	54	54
Turbidité	U.J.	6	0.8	2.8	1.2	3	1.2	3.2	1.6
Couleur	Pt-Co	6	12	44	34	3	21	59	34
SS fixes	mg/l	6	<1	2	<1	2	<1	2	1
SS totaux	mg/l	6	<1	3	1.5	2	2	3	2.5
Alc. tot.	mg/l	5	14.2	16.8	15.4	3	9.5	15.5	13.7
Dur. tot.	mg/l	5	17.8	23.2	20	3	16.9	25.1	17.9
NO_2-NO_3	mg/l N	6	0.05	0.09	0.07	3	0.06	0.26	0.07
TKN	mg/l N	6	0.01	0.25	0.17	3	0.20	0.44	0.38
NH_3	mg/l N	-	-	-	-	1	0.04	0.04	0.04
P total	µg/l P	6	15	29	22	2	24	29	27
TOC	mg/l	-	-	-	-	1	9.8	9.8	9.8
Coli. tot.	n/dl	-	-	-	-	-	-	-	-
Coli. féc.	n/dl	-	-	-	-	-	-	-	-
Stre. féc.	n/dl	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca dissous	mg/l	6	6.35	7.06	6.66	3	5.27	7.20	6.03
Mg dissous	mg/l	6	0.71	0.79	0.74	3	0.5	0.7	0.7
Na dissous	mg/l	6	1.13	1.82	1.56	3	1.1	1.7	1.2
K dissous	mg/l	6	0.65	1.03	0.78	3	0.7	0.8	0.8
Cl^- dissous	mg/l	6	1.7	2.5	2.0	2	1.7	2.5	2.1
$SO_4^=$ dissous	mg/l	6	4.8	6.0	5.3	2	4.7	5.3	5.0
Cd total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg total	µg/l	-	-	-	-	1	<0.01	<0.01	<0.01
Mn total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn total	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-

N.B. * Lorsqu'il y a un tiret, il n'y a pas eu d'analyses effectuées.

ANNEXE 6

Résultats des analyses faites en laboratoire

pour l'étude trophique du lac Wallace

PARAMETRE	pH						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	7.7	7.9	7.3	7.1	7.1	7.7	7.5
5 m	7.5	7.9	7.3	7.2	7.1	7.7	7.5
10 m	7.4	6.7	6.9	6.5	6.9	7.7	7.8
12-14 m	7.5	6.7	6.7	6.3	6.2	7.7	7.8
17-18 m	-	6.7	6.5	6.4	-	7.5	7.9

PARAMETRE	Cond. uS/cm						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	59	51	54	56	61	64	64
5 m	59	50	54	54	63	63	64
10 m	68	47	52	55	62	63	64
12-14 m	67	-	52	55	60	63	64
17-18 m	-	48	54	55	-	85	64

PARAMETRE	Temp. ^{o}C						
DATE:	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	22	20.5	19	16.5	12.5	7.9	5.8
5 m	16	20.5	19	16	12.4	7.9	5.8
10 m	11	8.5	9.5	13.5	12.3	7.9	5.8
12-14 m	10.5	8.0	8.5	8.5	11.2	7.9	5.8
17-18 m	-	8.0	8.0	8.5	-	7.9	5.7

PARAMETRE	SSF mg/l						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	2
5 m	2	< 1	< 1	< 1	-	-	-
10 m	2	< 1	1	-	-	2	2
12-14 m	4	-	-	1	4	-	-
17-18 m	-	< 1	< 1	10*	-	-	-

* A pu toucher au fond et remettre des solides en suspension

PARAMETRE	SST mg/l						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	3	< 1	2	1	1	3	3
5 m	4	1	2	1	-	-	-
10 m	4	2	2	-	-	3	3
12-14 m	6	-	-	3	6	-	-
17-18 m	-	2	3	12*	-	-	-

* A pu toucher au fond et remettre des solides en suspension

PARAMETRE	Couleur apparente						
DATE:	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	35	12	36	32	27	44	44
5 m	40	23	25	25	-	-	-
10 m	25	44	53	-	-	50	44
12-14 m	30	-	-	70	108	-	-
17-18 m	-	48	51	55	-	-	-

PARAMETRE	Turbidité UJ						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	1.8	1.3	0.8	1.0	1.0	2.8	1.3
5 m	2.9	1.7	0.9	1.4	-	-	-
10 m	2.0	3.5	2.6	-	-	3.8	1.3
12-14 m	2.4	-	-	4.5	8.6	-	-
17-18 m	-	5.2	3.2	6.3	-	-	-

PARAMETRE	Alcalinité mg/l						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	-	14.2	15.3	16.8	15.6	15.4	-
5 m	-	14.3	15.1	13.9	-	-	-
10 m	-	11.9	12.6	-	-	15.3	-
12-14 m	-	-	-	15.2	17.4	-	-
17-18 m	-	12.1	13.0	14.8	-	-	-

PARAMETRE	Dureté mg/l						
DATE:	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	22.8	19.3	17.8	20.0	23.0	23.2	-
5 m	24.9	21.2	18.8	20.0	-	-	-
10 m	23.9	18.3	18.8	-	-	23.2	-
12-14 m	24.9	-	-	22.1	30.3	-	-
17-18 m	-	16.4	17.8	22.1	-	-	-

PARAMETRE		Ca mg/l						
DATE		81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT	0.1 m	7.12	6.35	6.40	6.61	7.06	6.72	6.72
	5 m	6.73	6.35	6.42	6.61	-	-	-
	10 m	6.73	5.63	5.78	-	-	6.72	6.72
	12-14 m	6.45	-	-	6.08	6.95	-	-
	17-18 m	-	5.52	5.83	6.08	-	-	-

PARAMETRE		Mg mg/l						
DATE		81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT	0.1 m	0.71	0.74	0.71	0.74	0.74	0.79	0.79
	5 m	0.79	0.74	0.71	0.74	-	-	-
	10 m	0.79	0.69	0.63	-	-	0.79	0.79
	12-14 m	0.71	-	-	0.68	0.69	-	-
	17-18 m	-	0.69	0.71	0.68	-	-	-

PARAMETRE		Na mg/l						
DATE:		81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT	0.1 m	1.81	1.49	1.13	1.57	1.57	1.55	1.82
	5 m	1.77	1.50	1.21	1.59	-	-	-
	10 m	1.88	1.28	0.97	-	-	1.64	1.73
	12-14 m	1.85	-	-	1.29	1.27	-	-
	17-18 m	-	1.27	1.00	1.26	-	-	-

PARAMETRE	Cl^- mg/l						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	2.84	1.87	2.01	1.70	2.0	2.25	2.50
5 m	2.61	1.87	2.02	1.80	-	-	-
10 m	2.97	1.65	1.67	-	-	2.20	2.30
12-14 m	3.06	-	-	1.43	1.7	-	-
17-18 m	-	1.59	1.67	-	-	-	-

PARAMETRE	$SO_4^=$ mg/l						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	5.8	4.9	4.8	5.1	5.4	5.8	6.0
5 m	5.9	4.8	5.2	5.0	-	-	-
10 m	5.9	4.8	4.9	-	-	5.8	6.0
12-14 m	5.8	-	-	4.9	5.2	-	-
17-18 m	-	4.8	4.9	-	-	-	-

PARAMETRE	K mg/l						
DATE:	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	0.78	0.67	0.65	1.03	0.73	0.83	0.90
5 m	0.73	0.96	0.65	1.03	-	-	-
10 m	0.82	0.96	0.59	-	-	0.81	0.83
12-14 m	0.82	-	-	0.99	0.73	-	-
17-18 m	-	0.96	0.61	0.99	-	-	-

PARAMETRE	NO_2-NO_3 mg/l N						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	0.04	0.09	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08
5 m	0.06	0.09	0.05	0.06	-	-	-
10 m	0.20	0.27	0.26	-	-	0.07	0.07
12-14 m	0.18	-	-	0.24	0.10	-	-
17-18 m	-	0.27	0.27	-	-	-	-

PARAMETRE	TKN mg/l N						
DATE	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	0.36	0.23	0.09	0.25	0.01	0.23	0.11
5 m	0.28	0.27	0.76*	0.35	-	-	-
10 m	0.26	0.27	0.17	-	-	0.07	0.09
12-14 m	0.42	-	-	0.12	0.28	-	-
17-18 m	-	0.11	0.15	0.28	-	-	-

* Probablement contaminé

PARAMETRE	P total mg/l P						
DATE:	81-08-20	82-08-05	82-08-24	82-09-08	82-10-12	82-11-09	82-11-16
LWT 0.1 m	0.024	0.021	0.015	0.016	0.023	0.029	0.027
5 m	0.028	0.023	0.016	0.044*	-	-	-
10 m	0.018	0.030	0.030	-	-	0.026	0.028
12-14 m	0.035	-	-	0.035	0.037	-	-
17-18 m	-	0.024	0.030	0.041	-	-	-

* Probablement contaminé, devrait se situer aux environs de 0.016mg/l

ANNEXE 8

Résultats des analyses faites au laboratoire

pour l'étude trophique du lac de l'Est

Station	LE-A					
Paramètre / Profondeur	pH	Conduct. µs/cm	Couleur app.	Turbidité U.J.	Alcalinité mg/l	Dureté mg/l
5 m	6.6	33	50	0.9	10.1	29.7
20 m	6.4	38	35	1.7	10.8	15.6

Station	LE-A					
Paramètre / Profondeur	SSF mg/l	SST mg/l	NO_2-NO_3 mg/l N	TKN mg/l N	P total mg/l P	Cl^- mg/l
5 m	< 1	1	0.07	0.28	0.046	0.6
20 m	< 1	1	0.15	0.19	0.038	0.5

Station	LE-A				
Paramètre / Profondeur	$SO_4^=$ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
5 m	4.7	6.4	0.5	0.6	0.2
20 m	5.1	6.4	0.5	0.6	0.3

ANNEXE 8 (suite)

Station	LE-B					
Paramètre / Profondeur	pH	Conduct. µs/cm	Couleur app.	Turbidité U.J.	Alcalinité mg/l	Dureté mg/l
5 m	6.5	38	50	1.1	11.8	11.7
20 m	6.3	44	30	1.0	12.8	25.3

Station	LE-B					
Paramètre / Profondeur	SSF mg/l	SST mg/l	NO_2-NO_3 mg/l N	TKN mg/l N	P total mg/l P	Cl^- mg/l
5 m	< 1	1	0.07	0.34	0.033	0.7
20 m	< 1	1	0.19	0.19	0.037	0.6

Station	LE-B				
Paramètre / Profondeur	$SO_4^=$ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
5 m	4.8	6.8	0.5	0.6	0.3
20 m	5.1	7.6	0.6	0.7	0.3

ANNEXE 10

Résultats des analyses faites au laboratoire

pour l'étude trophique du lac Beau

Station	LB-A					
Paramètre / Profondeur	pH	Conduct. µs/cm	Couleur app.	Turbidité U.J.	Alcalinité mg/l	Dureté mg/l
1 m	7.4	67	50	1.3	27.7	46.8
5 m	7.3	72	50	1.2	28.3	37.0
10 m	7.3	65	50	1.5	27.5	42.9
15 m	7.2	66	30	1.7	26.3	46.6
25 m	7.1	65	35	1.3	25.8	44.8

Station	LB-A					
Paramètre / Profondeur	SSF mg/l	SST mg/l	NO_2-NO_3 mg/l N	TKN mg/l N	P total mg/l P	Cl^- mg/l
1 m	< 1	2	0.03	0.30	0.027	1.8
5 m	< 1	1	0.05	0.33	0.040	2.1
10 m	< 1	2	0.07	0.27	0.021	1.9
15 m	2	2	0.12	0.34	0.029	2.1
25 m	< 1	2	0.15	0.20	0.031	2.1

Station	LB-A				
Paramètre / Profondeur	$SO_4^=$ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
1 m	5.0	12.9	1.0	1.6	0.4
5 m	5.3	12.9	1.0	1.7	0.4
10 m	4.8	12.6	1.0	1.6	0.4
15 m	5.2	11.6	0.9	1.7	0.4
25 m	5.3	11.2	1.0	1.7	0.4

Station	LB-B					
Paramètre / Profondeur	pH	Conduct. µs/cm	Couleur app.	Turbidité U.J.	Alcalinité mg/l	Dureté mg/l
5 m	7.3	64	50	1.2	28.0	46.8
25 m	7.1	64	30	1.2	26.5	45.8

Station	LB-B					
Paramètre / Profondeur	SSF mg/l	SST mg/l	NO_2-NO_3 mg/l N	TKN mg/l N	P total mg/l P	Cl^- mg/l
5 m	< 1	1	0.01	0.31	0.030	1.9
25 m	1	2	0.15	0.19	0.028	2.2

ANNEXE 10 (suite)

Station	LB-B				
Paramètre / Profondeur	$SO_4^=$ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
5 m	5.0	11.1	1.0	1.6	0.4
25 m	5.2	11.6	1.0	1.7	0.4

Station	LB-C					
Paramètre / Profondeur	pH	Conduct. μs/cm	Couleur app.	Turbidité U.J.	Alcalinité mg/l	Dureté mg/l
5 m	7.3	80	40	1.6	35.4	44.8
10 m	7.3	78	40	2.6	35.5	43.8

Station	LB-C					
Paramètre / Profondeur	SSF mg/l	SST mg/l	NO_2-NO_3 mg/l N	TKN mg/l N	P total mg/l P	Cl^- mg/l
5 m	5	7	0.02	0.25	0.031	2.1
10 m	5	7	0.03	0.26	0.069	2.2

ANNEXE 10 (suite)

Station	LB-C				
Paramètre / Profondeur	$SO_4^=$ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
5 m	5.1	14.5	1.2	1.9	0.4
10 m	5.0	14.6	1.1	1.9	0.4